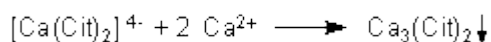


## **Gruppe 08:**

### **Nachweis von natürlichen Carbonsäuren in Zitronen**

#### **Reaktion:**



#### **Chemikalien:**

<i>Eingesetzte Stoffe</i>	Gefahrensymbole	R- und S- Sätze	Einsatz in der Schule
Zitrone	-	-	unbegrenzt
verdünnter Ammoniak (10%)	Xi	R 36/37/38 S 1/2-26-36/37/39-45- 61	Sekundarstufe I
Calciumchlorid (10%)	Xi	R 36 S 2-22-24	Sekundarstufe I

#### **Materialien:**

Zitronenpresse, Messer, Messzylinder (100ml), Becherglas (100ml), Bunsenbrenner, Dreifuß, Drahtnetz, Feuerzeug, Pinzette, Unitestpapier

#### **Durchführung:**

Presse eine Zitrone aus.

Ermittle das Volumen des Saftes.

Überführe den Saft in das Becherglas und gib tropfenweise Ammoniak zu, bis die Lösung schwach alkalisch ist.

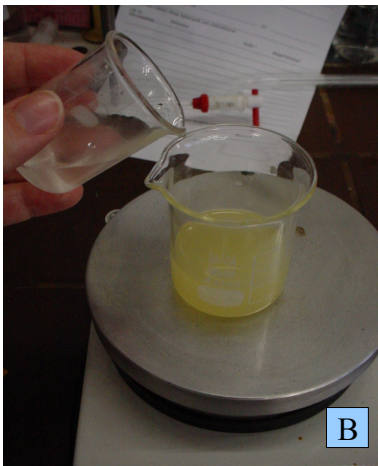
Gib dann etwa halb so viel Calciumchloridlösung wie Zitronensaft zu.

Erhitze die Lösung auf der Heizplatte bis zum Sieden. Der entstandene Niederschlag kann abfiltriert werden.

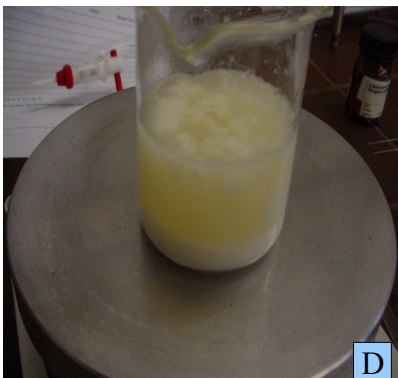
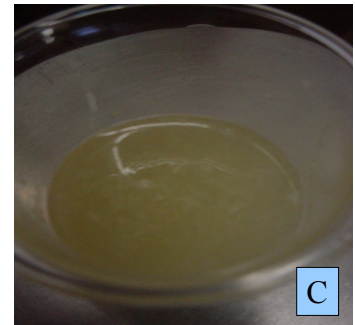
### **Beobachtung:**



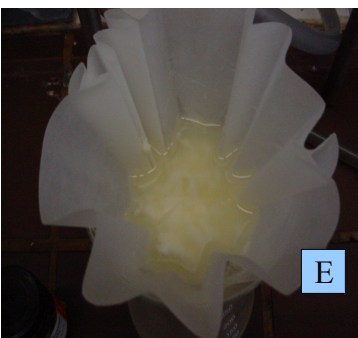
Man erhält beim Auspressen der Zitrone ca. 20 mL Saft. Dem zunächst sauer reagierenden frisch ausgepresste Zitronensaft (siehe Foto A rotfärbung des Indikatorpapiers) wird solange Ammoniak zugegeben bis sich das Indikatorpapier leicht blau färbt.



Der noch kalten Lösung fügt man nun 10 mL Calciumchlorid zu (Foto B) und beobachtet zunächst das nur eine sehr geringe Menge eines weißen Feststoffes ausflockt (Foto C) .



Erst beim Erwärmen kommt es zu einer sehr starken Reaktion, so dass der Boden des Becherglases mit einem an weißen Schnee erinnernden Feststoff überzogen ist, auch im Rest der Lösung schwimmen noch viele weiße Flocken (Foto D).



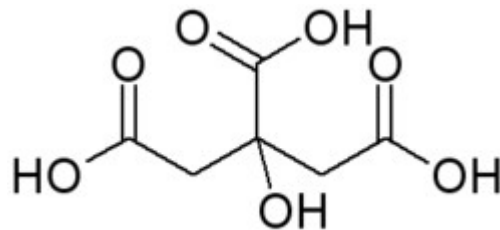
Beim Abfiltrieren (Foto E) dieses weißen Feststoffes sieht man das der das Filtrat nun nicht mehr trüb ist wie der Zitronensaft zu Beginn, sondern eine klare nur noch hell gelbe Flüssigkeit.

## Entsorgung:

Das Citrat trocken in die Feststofftonne, die Lösungen mit viel Wasser in den Abfluß.

## Fachliche Analyse:

Die wichtigsten Vertreter der Genußsäuren sind Apfel- und Citronensäure. Im Zitronensaft ist nur die Citronensäure enthalten.



Citronensäure

### Allgemeines zur Citronensäure(2-Hydroxy-1,2,3-propantricarbonsäure):

In Wasser sehr leicht mit saurem Geschmack und saurer Reaktion, in Alkohol ebenfalls leicht, in Ether dagegen schwer in Benzol und Chloroform nicht löslich.

Die Citronensäure ist eine starke Tricarbonsäure und bildet 3 Reihen von Salzen sowie Citronensäureester.

Citronensäure wurde 1784 erstmals von C. W. Scheele (1742-1786) aus Zitronensaft isoliert, Liebig bestimmte die Struktur 1838.

Im Citronensäure-Zyklus (auch Citrat-Zyklus genannt) werden vom Erwachsenen täglich ca. 2000 g Citronensäure als energiereiches Zwischenprodukt gebildet und wieder abgebaut.

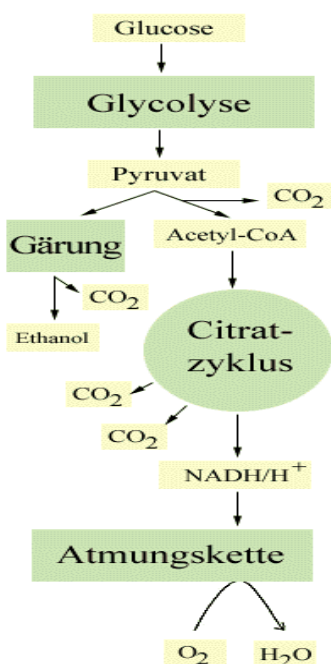
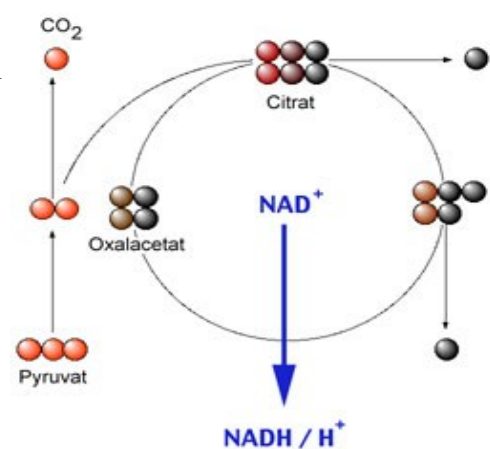


Abb. Links zeigt die Stellung des Citratzyklus im dissimilatorischen Stoffwechsel. Die Abbildung rechts zeigt das Grundprinzip des Citratzyklus

(Quelle: <http://www.u-helmich.de>)



Ein relativ hoher Citronensäuregehalt findet sich ebenfalls im Knochensystem.

Als freie Säure und in Form von Estern oder Salzen ist Citronensäure eine der verbreitetsten Pflanzensäuren. Sie wurde nachgewiesen in zahlreichen Früchten, im Zitronensaft (5–7%), Milch, Nadelhölzern, Orchideen, Rübensaft, Pilzen, Tabakblättern, Wein usw.

Hergestellt wird Citronensäure aus Zitronensaft durch Ausfällen mit Kalkmilch als Calciumcitrat, das durch Schwefelsäure in Calciumsulfat und freie Citronensäure zerlegt wird. Technisch wird Citronensäure jedoch zu 90% durch Fermentation von Zucker-Lsg. aus Kohlenhydrathaltigen Abfällen gewonnen. Weltweit werden ca. 400000 t Citronensäure jährlich erzeugt.

Citronensäure wird in der Industrie vielfach verwendet:

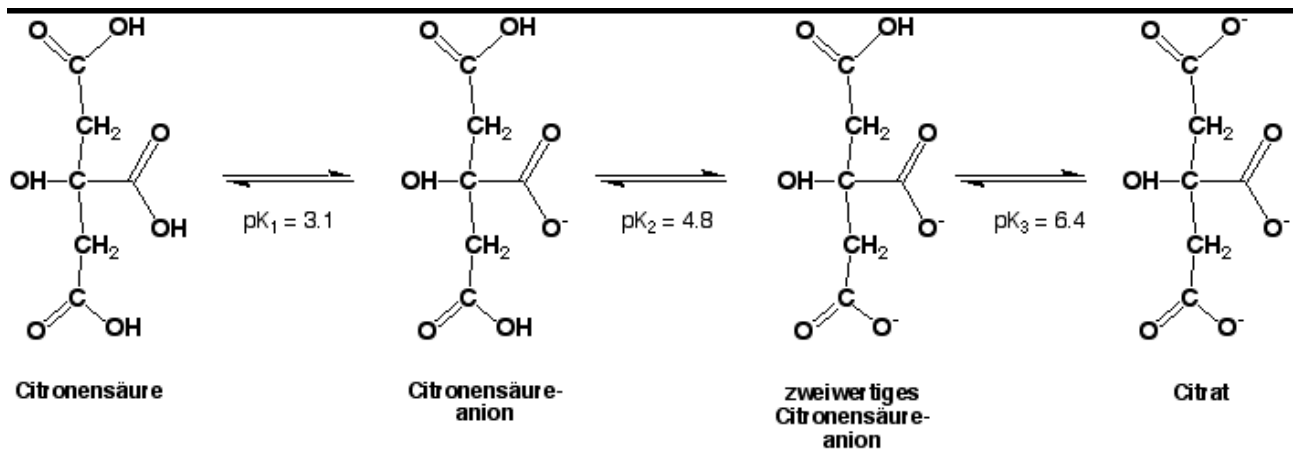
Sie wird in der Getränken und als Zusatzstoff (E330) in der Nahrungsmittelindustrie verwendet. Außerdem wird sie als Puffersubstanz und Metallchelator, z.B. zur Verhinderung der Blutgerinnung in Blutkonserven, verwendet. Als Zusatzstoff zu Backpulvern, Brauselimonaden, zur Geschmacksverbesserung und zur Ansäuerung bzw. Pufferung von Süßigkeiten, Getränken, Essenzen, in der Haut- und Haarkosmetik und zur Reinigung von Metallflächen, als Entfernungsmittel für Tintenflecke und dgl., zum Entfärben von Olivenöl. Ca. 60–70% der Jahresproduktion von Citronensäure verbraucht die Lebensmittelindustrie, der Rest findet Verwendung für pharmazeutische und kosmetische Zwecke sowie technische Anwendungen und in Reinigungsmitteln. Citronensäure wird als Ansäuerungsmittel für Getränke und Backwaren immer mehr von Äpfel- und Fumarsäure verdrängt.

#### Zur Reaktion:

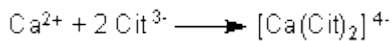
Der Ammoniak wird hinzugegeben, damit ein basisches Milieu entsteht. Außerdem fungierte er als Katalysator. An das Calciumhydroxid wird mit Hilfe des Ammoniaks die Citronensäure als Salz, also Citrat, gebunden (das so gewonnene Citrat kann als Citronensäure dann durch die Schwefelsäure von dem Calciumcitrat abgetrennt werden).

Reaktionen:

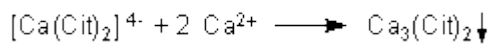
Stellt man den pH-Wert alkalisch ein, so kommt es zu folgenden Reaktionen:



Dabei entsteht in der Kälte ein wasserlöslicher Komplex:



Beim Erhitzen mit überschüssigen Calcium-Ionen bildet sich Tricalciumcitrat, welches in Wasser schwer löslich ist und ausfällt



Dieser weiße Feststoff wird heiß abfiltriert, da er sich in der Kälte auch wieder lösen kann.

#### Allgemeines zum Citrat:

Citrat ist das Salz der Citronensäure. Es bildet farblose Kristalle von angenehm sauren Geschmack.

### Methodisch- Didaktische Analyse:

Der zeitliche Aufwand ist relativ gering. Die Durchführungszeit im Unterricht kann man etwas verkürzen, wenn man den Zitronensaft schon vorher presst. Ansonsten sollte man ca. 10 Minuten für die Durchführung einplanen (wenn man den Versuch von Schülern durchführen lässt natürlich etwas mehr). Die Nachbereitung ist wegen der leichten Entsorgung und der guten Reinigung der Glasgeräte ebenfalls in einer 5-Minutenpause machbar. Der apparative Aufwand ist relativ gering. Will man ihn jedoch als Schülerversuch durchführen lassen so muss man bedenken, dass vielleicht nicht an jeder Schule so viele Heizplatten vorhanden sind. Dieser Problematik kann man entgegen, wenn man einen Dreifuß und einen Bunsenbrenner zum erwärmen verwendet.

Der finanzielle Aufwand ist wegen des relativ geringen Geräte Aufwands und des relativ geringen Verbrauchs an Chemikalien als mittelmäßig (noch machbar) einzustufen. Man muss dabei bedenken dass man wenn man ihn als Schülerversuch durchführen lässt auch einiges an Zitronensaft benötigt. Es bietet sich an mit kleineren Portionen zu arbeiten, das Resultat dürfte auch dann noch gut zu beobachten sein.

### Didaktischer Wert:

Der Versuch hat mehrere Aussagen, er soll die Anwesenheit von Citronensäure zeigen. Außerdem kann man an ihm die Deprotonierung bzw. Salzbildung der Carbonsäuren erklären und er verblüfft dadurch dass in der Hitze etwas ausfällt und in der Kälte nicht. Die meisten Schüler dürften es gewohnt sein dass beim Abkühlen ein Feststoff ausfällt. Man kann ihnen also anhand dieses Versuches erklären dass es sich hier um unterschiedliche Citrate handelt. Wobei das Tricalciumcitrat thermodynamisch stabiler ist und sich deswegen in der Hitze bildet.

Man kann also anhand dieses Versuches viele Eigenschaften der Carbonsäuren und ihrer Salze sehr anschaulich vorführen.

### Methodischer Wert:

Der Versuch gelingt sehr gut, wenn man einmal davon absieht dass es schon in der Kälte zu einem leichten Ausflocken kommen kann, was vielleicht für den Schüler dann nicht ganz so ersichtlich ist. Das aber die Reaktion des Ausflockens beim Erhitzen deutlich heftiger ist mildert diese Tatsache. Dieser Versuch zeigt also sehr deutlich seine thermischen Eigenschaften.

### Einbindung in den Unterricht:

Laut des neuen G8 Lehrplans behandelt man das Thema Eigenschaften von Carbonsäuren sowohl im Grundkurs wie auch im Leistungskurs in der 11 Klasse unter dem Thema Alkansäuren. Im

Lehrplan werden die Themen ausgewählte Eigenschaften von Monocarbonsäuren und ihre Salze aufgeführt. Di- und Tricarbonsäuren werden nur für die Leistungskurse in der 11 Klasse aufgeführt. Der Versuch ist in diesem Rahmen sehr zu empfehlen, da er viel Gesprächsstoff liefert und die Schüler zum Nachdenken anregt. Das Vorwissen der Schüler sollten Alkane, Alkanole und Carbonylverbindungen sein. Auch das Thema Säure- Base- Reaktionen kann man hier noch ein bisschen auffrischen.

Dieser Versuch eignet sich auch für den Fächerübergreifenden Unterricht mit Biologie bei der Besprechung des Citrat-Zyklus.

Der Versuch ist recht sicher und laut der Soester Liste sind die Chemiekalien alle für Schülerversuche ab der Sekundarstufe I geeignet, wegen dem Umgang mit  $\text{NH}_3$  empfiehlt sich die Arbeit mit Schutzkleidung (Handschuhe, Kittel, Schutzbrille).

### **Literatur:**

- <http://www.nat-working.uni-jena.de/Content/zirkelcarbon.pdf>
- Römpf
- <http://www.u-helmich.de>
- <http://www.chemieunterricht.de>
- <http://de.wikipedia.org>
- Organische Chemie; Vierte Auflage, K.Peter C.Vollhardt, Neil E.Shore; Willey-VCH, 2005
- Chemie heute, Sekundarstufe II; M.Jäckel; Schroedel Schulbuchverlag; 1992