

3. beratender Unterrichtsbesuch

Thema: Einführung Carbonsäuren

Organisatorische Angaben:

Fachleiter:

Referendar:

Schule:

Schulart: 2-jährige Berufsfachschule

Klasse:

Fach: Chemie

Raum:

Datum:

Uhrzeit: 9:40 - 10:25 (3. Stunde)

Fachlehrer:

Mentorin:

Inhalt:

1 Voraussetzungsanalyse

- 1.1 Anthropogene und soziokulturelle Voraussetzungen
- 1.2 Infrastruktur

2 Didaktische Überlegungen

- 2.1 Stellung des Themas im Lehrplan
- 2.2 Thema der Stunde (Stoffauswahl und -begrenzung)
- 2.3 Lernziele
- 2.4 Lernzielkontrolle

3 Methodische Überlegungen

- 3.1 Motivation
- 3.2 Versuche
- 3.3 Methoden
- 3.4 Ergebnissicherung
- 3.5 Medien

4 Verlaufsplanung

5 Literatur

6 Anhang

1 Voraussetzungsanalyse

1.1 Anthropogene und soziokulturelle Voraussetzungen

Der Unterricht findet in der Klasse 2BFLT2 statt, also im zweiten Jahr der Berufsfachschule für Labortechnik. Das Fach Chemie wird in dieser Schulart und -stufe im Umfang von drei Wochenstunden unterrichtet. Hinzu kommt noch ein Fachpraktikum mit acht Wochenstunden.

Die Zugangsvoraussetzung ist ein Hauptschulabschluss, den fast alle SchülerInnen gemacht haben. Zwei Schüler haben vorher die 9. Klasse einer Realschule besucht. Eine Schülerin wiederholt das zweite Jahr. Bei erfolgreichem Abschneiden steht am Ende der Ausbildung ein mittlerer Bildungsabschluss (Fachschulreife). Die Abschlussprüfungen finden bald statt. Daher hat die heutige Stunde neben der Vermittlung von neuem Wissen auch einen gewissen Wiederholungscharakter.

Die Klasse besteht aus 4 Schülerinnen und 20 Schülern im Alter von 16-19 Jahren, wobei die meisten der SchülerInnen 17 Jahre alt sind. Einige SchülerInnen haben bereits einen Ausbildungsplatz gefunden, manche haben sich für einen weiteren schulischen Weg an einem Berufskolleg oder dem Technischen Gymnasium beworben.

Die Klassengemeinschaft ist gut, die Arbeitshaltung und das Interesse am Fach Chemie sind in Ordnung. Der Notendurchschnitt der Klasse im Fach Chemie liegt zwischen 3 und 3,5, wobei das Leistungsniveau bis auf Einzelfälle eher als homogen zu bezeichnen ist. Gelegentlich treten Disziplinprobleme auf, hauptsächlich durch Schwätzen, Trinken oder Essen im Unterricht.

1.2 Infrastruktur

Der vorhandene Unterrichtsraum ist ein Chemie-Fachraum. Das breite Lehrerpult besitzt eine ausziehbare Schutzscheibe, Anschlüsse für Gas, Wasser und Elektrogeräte; die Schülerplätze hingegen sind leider mit keinerlei Anschlüssen versehen. Neben der Eingangstür befindet sich ein Abzug, in dem auch von der Rückseite, d. h. vom Nebenraum aus, experimentiert werden kann. Neben dem Abzug ist ein großes Periodensystem aufgehängt.

An der vorderen Wand sind zwei große, hintereinander angeordnete Tafeln angebracht. Hinter den Tafeln befindet sich eine Projektionsfläche für den vorhandenen Overheadprojektor. Ein großer Fernseher mit angeschlossenem Videogerät befindet sich auf einem fahrbaren Gestell neben dem Abzug.

Die Schülerplätze sind in Stufenform angebracht. Breite Durchgänge an beiden Seiten des Raumes und in der Mitte ermöglichen es, alle Plätze der SchülerInnen schnell und gut zu erreichen. Die Sicht auf die Experimentierfläche des Lehrerpults ist gut, auf den Abzug jedoch nicht von allen Schülerplätzen aus optimal.

2 Didaktische Überlegungen

2.1 Stellung des Themas im Lehrplan

Die vorliegende Stunde wird im Rahmen des Lernfeldes 3 „Struktur und Eigenschaften von Stoffen“ gehalten, die insgesamt 80 Unterrichtsstunden umfasst. Im Lehrplan sind als allgemeine Grobziele u. a. formuliert: „Die Schülerinnen und Schüler erklären den Zusammenhang zwischen chemischen Strukturen und charakteristischen Eigenschaften von Stoffen.“ Dies wird auch in der heutigen Einführungsstunde angediskutiert: Wie hängt der Säurecharakter von Carbonsäuren mit ihrer Struktur bzw. funktionellen Gruppe zusammen?

2.2 Thema der Stunde (Stoffauswahl und -begrenzung)

In den vorangegangenen Unterrichtswochen haben die SchülerInnen in diesem Fach verschiedene Kohlenwasserstoffe kennengelernt:

- Alkane
- Alkene
- Alkohole
- Aldehyde/Ketone.

Die Alkohole und Aldehyde/Ketone wurden hierbei als Oxidationsprodukte der Alkane eingeführt, die entsprechenden funktionellen Gruppen (Hydroxylgruppe -OH, Aldehydgruppe -CHO und Ketogruppe -C=O) sind bekannt. Als weiteres Oxidationsprodukt der Aldehyde folgen die Carbonsäuren, die in der heutigen Stunde eingeführt werden sollen.

Diese Stoffklasse hat sehr hohen Alltagsbezug, da Carbonsäuren zahlreich in Flora, Fauna und auch im Haushalt vertreten sind. Hier einige Beispiele:

Pflanzenwelt: Ameisensäure in Brennnesseln

Tierwelt: Ameisen-, Bienengift (Ameisensäure)

Haushalt: Entkalkungsmittel (Ameisen- und Essigsäure)

Seife (höhere Carbonsäuren bzw. Fettsäuren)

Lebensmittel: Konservierungs-/Säuerungsmittel (z. B. Essigsäure, Benzoesäure)

Würzen (z. B. Essigsäure im Salat)

Fruchtsäfte/Obst (Zitronensäure)

ranzige Butter (Buttersäure)

Öle/Fette (höhere Carbonsäuren bzw. Fettsäuren)

Arzneimittel: Aspirin (Acetylsalicylsäure).

Ein Einstieg in das neue Thema mittels Alltagsgegenständen bzw. -stoffen ist also aufgrund der zahlreich vorhandenen Möglichkeiten gut machbar. Diese Chance möchte ich auch deswegen nutzen, da ich bei vorherigen Unterrichtsstunden zum Thema Alkohole (Brennspiritus, Bier, Frostschutzmittel, Glasreiniger) beobachten konnte, dass Alltagsbezug/-gegenstände viele SchülerInnen der Klasse besonders interessiert bzw. motiviert hatte.

Nach der Einstiegs- (Essig bei der Kreuzigung) und der Experimentier-/Begegnungsphase mit vielerlei Carbonsäuren gilt es, die Säureeigenschaft auf die Struktur bzw. die funktionelle Gruppe zurückzuführen. Weitere denkbare Experimente zur Identifizierung einer Säure (elektrische Leitfähigkeit, Reaktion mit unedlen Metallen, Metalloxiden etc.)

wären sicherlich attraktiv für die SchülerInnen, würden aber im Prinzip keine neuen Erkenntnisse im Rahmen des Lehrplans schaffen. Eben genannte Beispiele sind den SchülerInnen schon von den Mineralsäuren her bekannt und würden im Falle von Carbonsäuren lediglich einer Wiederholung gleich kommen. Zwar hätte eine solche Wiederholung kurz vor den Abschlussprüfungen durchaus ihre Berechtigung. Aufgrund meiner bisherigen Beobachtungen/Erfahrungen in der Klasse halte ich es jedoch für wichtiger, nach der Einführung der Carboxylgruppe und der Darstellung der Reaktion in Wasser (Hydroniumionen) ohne weitere Experimente zum Punkt der Nomenklatur zu kommen und diese auch in der Lernzielkontrolle abzufragen. Sowohl bei den Alkanen, Alkenen und den Alkoholen wurden vom Fachlehrer bzw. von mir Übungen zur Nomenklatur durchgeführt, deren Ergebnisse nicht zufriedenstellend waren, was sich insbesondere in der letzten Klassenarbeit vor den Ferien gezeigt hat. Daher wird recht zügig mittels Lehrervortrag zur Benennung der Carbonsäuren übergegangen.

In der vorliegenden Einführungsstunde ist die erste Carbonsäure, die hier verbal thematisiert wird, die Essigsäure (Kreuzigungsszene in der Einstiegsphase). Neben anderen typischen Carbonsäuren wird sie im folgenden mittels einer Flasche Essigessenz auch praktisch vorgeführt. Daher wird im weiteren Verlauf der Stunde bei der Besprechung der eher theoretischen Inhalte (Struktur, Nomenklatur) immer wieder auf die Essigsäure als Beispiel für Carbonsäuren zurückgegriffen, obwohl z. B. die Ameisensäure aufgrund ihrer einfacheren Struktur nicht minder geeignet wäre. So schließt sich quasi wieder der Kreis, die Einstiegsphase steht nicht isoliert im Raum.

Eine genauere und ausführliche Betrachtung der Polarität der Carboxylgruppe und das daraus ableitbare Lösungsverhalten in polaren bzw. mit wachsender Kettenlänge in unpolaren Lösungsmitteln wird in dieser Einführungsstunde nicht gemacht. Hier spricht einerseits der Zeitfaktor dagegen und andererseits, dass dieses Prinzip erst unlängst bei den Alkoholen behandelt wurde und dort nach meinem Empfinden keine größeren Verständnisprobleme auftraten.

Nachdem in der heutigen Stunde behandelt worden ist, welche Struktur eine Carbonsäure hat bzw. warum sie sauer reagiert, steht in darauffolgenden Stunden die Herstellung aus bzw. zu anderen organischen Verbindungen an. Die Carbonsäure steht hierbei zwischen den primären Alkoholen/Aldehyden - aus denen sie durch Oxidation gewonnen werden kann - und den Estern, zu denen sie mit Alkoholen weiterreagiert.

2.3 Lernziele

Die SchülerInnen sollen...

- ein Bewusstsein dafür haben, dass Carbonsäuren wie z. B. Ameisensäure (Tiere und Pflanzen), Zitronensäure (Pflanzen) und Buttersäure (Mensch) zahlreich in der Natur vorkommen und im Haushalt verwendet werden (z. B. Essigessenz, Entkalker) (TZ 1)
- die funktionelle Gruppe (Carboxylgruppe) der Carbonsäuren und ihre Wirkungsweise kennen (TZ 2)
- Nomenklaturregeln auf Monocarbonsäuren anwenden können (TZ 3)

2.4 Lernzielkontrolle

Eine Kontrolle der Lernziele 1-3 erfolgt durch ein Aufgabenblatt, welches von den SchülerInnen in Einzelarbeit zu bearbeiten ist. Der Lehrer wird währenddessen herumgehen, die Schülerergebnisse beobachten und ggf. auf Nachfrage beratend einwirken. Gegen Ende der Stunde werden die Lösungen des Arbeitsblatts am Overheadprojektor von einzelnen SchülerInnen vorgetragen und ggf. korrigiert bzw. ergänzt.

Bei Aufgabe 1 soll den SchülerInnen bewusst werden, dass es sich bei „Bienengift“ um Methansäure (eine organische Säure bzw. Carbonsäure) und nicht um die anorganische Schwefelsäure handeln muss. Durch Zeichnen der Strukturformeln der beiden Säuren sollte die Schwefelsäure klar als anorganische Säure erkannt werden, da diese keine Kohlenstoffatome besitzt. Als kleiner Hinweis soll die Frage nach dem Trivialnamen der Methansäure („Ameisensäure“) dienen. Im Laufe der Stunde haben sie Ameisensäure als Abwehrprodukt von Ameisen gegen Feinde kennengelernt und erfahren, dass neben Tieren bzw. Insekten auch Pflanzen (Bspl. Brennnessel) in der Lage sind, diese einfachste organische Säure über ihren Stoffwechsel selbst zu produzieren. Es liegt also nahe, auch das Stachelsekret der Biene als Carbonsäure zu identifizieren. Möglicherweise wird auch die richtige Lösung dadurch gefunden, dass der Stich im Falle von Schwefelsäure eine dunkle/evtl. schwarze Stelle am Fuß hätte hervorrufen können. Die SchülerInnen haben Schwefelsäure u. a. im Praktikum als stark wasserentziehend und somit im Fall von organischem Material wie Papier oder Holz als „verkohlend“ kennengelernt. In der Aufgabe ist aber von einer „rötlichen Schwellung“ die Rede, damit Schwefelsäure auszuschließen bzw. Methansäure als Lösung anzugeben. Manche SchülerInnen haben die leidige Erfahrung eines Bienenstiches sicherlich schon selbst gemacht, was den persönlichen Bezug zu dieser Frage erhöht. Beim nächsten (hoffentlich nicht allzu baldigen) Stich wissen sie jetzt, um welche Substanz es sich handelt.

Bei der nächsten Aufgabe ist die Carboxylgruppe bei gegebenen Strukturformeln zu erkennen und die Verbindung als Carbonsäure zu identifizieren. Die dürfte bei der Milchsäure recht einfach sein. Bei der Struktur von Vitamin C ist nur ein weiteres C-Atom zwischen der Keto- und einer Hydroxylgruppe, welches möglicherweise übersehen werden kann. Des Weiteren könnten die Schülerinnen irrtümlicherweise annehmen, dass auch Vitamin C eine Carbonsäure sein muss, weil sie in vielen Pflanzen wie Obst vorkommt und eine organische Verbindung darstellt (vgl. Zitronensäure, die ja tatsächlich eine Carbonsäure ist).

In Aufgabe 3 sind die Nomenklaturregeln auf einfache Carbonsäuren anzuwenden (Teilziel 3). Hierbei ist zunächst der systematische Name für die gegebene Strukturformel der formals durch Geruchsprobe kennengelernten Buttersäure zu ermitteln. Im zweiten Aufgabenteil wird der umgekehrte Weg verlangt. Der systematische Name ist gegeben und die Strukturformel zu ermitteln. Dies fällt den meisten SchülerInnen in dieser Klasse nach meinen Erfahrungen schwerer.

3 Methodische Überlegungen

3.1 Motivation

Zu Beginn der Stunde zitiert der Lehrer die Kreuzigungsszene aus dem Johannesevangelium (Johannes 19, 28-30): *„Jesus wusste, dass nun alles zu Ende gebracht war. Damit die Voraussage in den Heiligen Schriften in Erfüllung ging, sagte er:*

„Ich habe Durst!“ In der Nähe stand ein Gefäß mit Essig. Die Soldaten tauchten einen Schwamm hinein, steckten ihn auf einen Zweig und hielten ihn Jesus an die Lippen. Er nahm davon und sagte: „Es ist vollbracht.“ Dann neigte er den Kopf und starb.“ Die Kreuzigungsszene wird gleichzeitig visuell durch ein klassisches Gemälde von Lucas Cranach auf Folie dargestellt.

Dieser wahrscheinlich recht ungewöhnliche Einstieg für einen naturwissenschaftlichen Unterricht verfolgt mehrere Ziele:

Zum einen sollen die SchülerInnen neugierig werden, was Chemie denn mit der Bibel bzw. der weltbekannten Kreuzigung zu tun haben könnte. Zum anderen dürfte zumindest einigen SchülerInnen heute - also genau zwei Wochen nach Karfreitag - die Kreuzigung aus der Kirche oder den Medien noch recht präsent sein. Ich gehe weiterhin davon aus, dass die Kreuzigung allen SchülerInnen dieser Klasse bekannt ist, da es lediglich drei Schüler mit Migrationshintergrund gibt, zwei davon aber sogar in Deutschland geboren und aufgewachsen sind. In Klassen mit höherem - insbesondere islamistisch geprägtem - Ausländeranteil, würde sich ein solcher Einstieg wohl weniger eignen. Des Weiteren wird durch das Bibelzitat („Essig“) zum Studententhema der Carbonsäuren (u. a. am Beispiel der Essigsäure) hingeleitet.

3.2 Versuche

- Versuch 1 (SchülerIn): Rotfärbung von Universalindikatorpapier durch Waldameisen
- Versuch 2 (SchülerIn): Rotfärbung von Universalindikatorpapier durch Zitrone
- Versuch 3 (Lehrer/alle SchülerInnen): Geruchsprobe Buttersäure

Damit die SchülerInnen optimale Sicht haben, sollen sie nach vorne zum Lehrerpult kommen.

3.3 Methoden

Organische Säuren sind aus der Lebensmittelindustrie nicht mehr weg zu denken. Sie fungieren als Säuerungs- oder Konservierungsmittel für saure Gurken oder Brot, als Joghurtbildner und werden zum Würzen von Speisen verwendet. Sie finden sich in Kopfschmerztabletten (Aspirin) und in Entkalkern für Kaffeemaschinen. Insekten (Ameisen und Bienen) und Pflanzen (Brennnessel) benutzen sie, um sich vor Feinden zu schützen. Viele SchülerInnen erleben Säuren oft nur als gefährliche, ätzende Stoffe aus dem Labor, denen man besser nicht zu nahe kommt. Ihnen soll klar werden, dass organische Säuren keine Erfindungen des modernen Menschen sind, sondern tägliche „Wegbegleiter“, die schon immer in der Natur bzw. im Alltagsleben ihren Platz bzw. ihre Berechtigung hatten. Um sich der Vielfältigkeit des Auftretens von Carbonsäuren in der Natur (Tiere, Pflanzen, Mensch) und in sonstigen Bereichen wie dem Haushalt bewusst zu werden, werden den SchülerInnen jeweils Beispiele präsentiert und diese kurz diskutiert. Dadurch, dass auch SchülerInnen in die Versuche mit eingebunden werden, soll die Aufmerksamkeit der beobachtenden Klassenkameraden - der experimentierenden SchülerInnen sowieso - gesteigert werden. Recht eindrucksvoll dürfte hierbei das erste Experiment mit den Ameisen sein.

In der folgenden Phase, in der theoretisch bzw. an der Tafel Wissen erarbeitet bzw. gesichert wird, geschieht dies durch ein Lehrer-Schüler-Gespräch bzw. einen Lehrervortrag. Im letzten Drittel der Stunde sind die SchülerInnen wieder mehr selbst gefordert, indem sie ein Aufgabenblatt (Lernzielkontrolle) bearbeiten sollen bzw. einige von ihnen ihre Ergebnisse am Ende mittels Overheadprojektor präsentieren. Um zu

überprüfen, inwieweit die SchülerInnen das bisherige Wissen verstanden haben und anwenden können, geht der Lehrer herum und beobachtet die SchülerInnenergebnisse.

3.4 Ergebnissicherung

Die einführenden Informationen über Carbonsäuren und Beobachtungen der Versuche bzw. deren Auswertung werden an der Tafel vom Lehrer notiert und von den SchülerInnen in ihr Heft übernommen.

3.5 Medien

Bibel, Tafel, Aufgabenblatt (Lernzielkontrolle), Overheadprojektor, Folien
Geräte/Chemikalien zum Experimentieren bzw. Zeigen: Ameisen in Erlenmeyerkolben, Brennessel, Messer, Zitrone, Buttersäure, Essigessenz, Entkalker, Universalindikatorpapier

4 Verlaufsplanung (siehe folgende Seite)

5 Literatur

- eingeführtes Lehrbuch „umwelt: chemie 8-10, Baden-Württemberg“; Bäurle, Hoppe, Menzel; 2. Auflage 2004, Ernst Klett Verlag, Stuttgart; ISBN 3-12-079700-6
- „Die Gute Nachricht - Die Bibel in heutigem Deutsch“; 2. Auflage 1994, Deutsche Bibelgesellschaft Stuttgart; ISBN 3-438-01852-7
- Internet: http://www.art-perfect.de/cranach/die_kreuzigung_1502.jpg
<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Brennhaare.jpg>

6 Anhang

Tafelanschrieb, Aufgabenblatt, Folien (Kreuzigungsszene Lucas Cranach, Aufgabenblatt)

4. Verlaufsplanung

| Zeit | Teilziele/Teilschritte | Inhalt | Methoden | Medien |
|-----------------|--|--|---|---|
| 9:40 5 min | Einstieg: Sensibilisieren für das Stundenthema Carbonsäuren am Bspl. Essig(säure) | Bibelzitat und Folie zur Kreuzigungsszene und dem dabei vorkommenden Essig | Lehrervortrag | Bibel, Folie mit Kreuzigungsszene |
| 9:45 10 min | TZ 1: Carbonsäuren als organische Säuren bei Tier, Pflanze, Mensch und im Haushalt erfahren Ergebnissicherung | Diskutieren und Untersuchen von Carbonsäuren aus dem Alltag | Lehrer-Schüler-Gespräch; Versuche 1-3 | Ameisen, Brennnessel, Zitrone, Buttersäure, Essigessenz, Entkalker pH-Papier, Tafel |
| 9:55 10 min | TZ 2: Carboxylgruppe als funktionelle Gruppe der Carbonsäuren und ihre Säurewirkung kennen Ergebnissicherung | Struktur der Carboxylgruppe; Säure, da in Wasser Hydroniumionen entstehen | Lehrer-Schüler-Gespräch | Tafel |
| 10:05 5 min | TZ 3: Nomenklatur bei Monocarbonsäuren Ergebnissicherung | Namensbildung aus entspr. Alkan und Anhängen von „-säure“; Carboxyl-C-Atom hat höchste Priorität | Lehrervortrag | Tafel |
| 10:10 15 min | Lernzielkontrolle: Bearbeiten des Aufgabenblattes durch die SchülerInnen | Übungsaufgaben zu den TZ 1-3 | Einzelarbeit | Aufgabenblatt |
| | Besprechung des Aufgabenblattes | Übungsaufgaben | Präsentation durch einzelne SchülerInnen am OHP | Overhead-Folie |

Tafelanschrieb

Carbonsäuren

Carbonsäuren kommen vielfältig in unserer Umwelt vor, z.B.:

Tiere: Ameisensäure (Ameisen, Brennnessel)

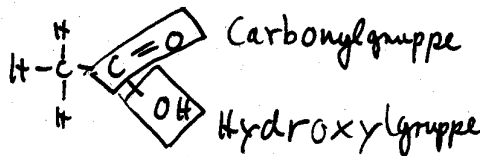
Pflanzen: Zitronensäure (Zitrone)

Mensch: Buttersäure (Schweiß)

Haushalt: Essigsäure (Speiseessig)

funktionelle Gruppe der Carbonsäuren

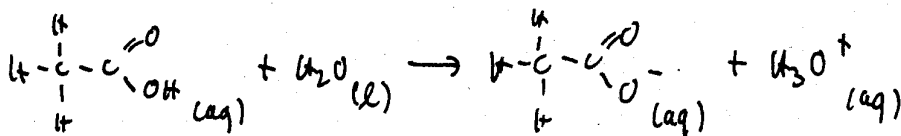
Bspl. Essigsäure:



\Rightarrow Carboxylgruppe $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

Teilchen, die in wässriger Lösung H_3O^+ -Ionen (Hydroniumionen) bilden, nennt man Säuren

Bspl. Essigsäure:



Nomenklatur von Carbonsäuren:

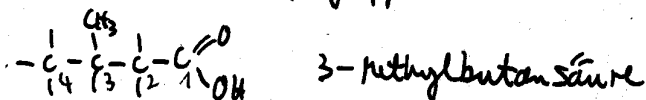
$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ Methansäure (Ameisensäure)

$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ Ethansäure (Essigsäure)

Namensbildung: entspr. Alkan + "Säure"

Bei Substituenten an der Kette wird so nummeriert, dass das C-Atom der Carboxylgruppe die Nummer 1 erhält

z.B.



Carbonsäuren

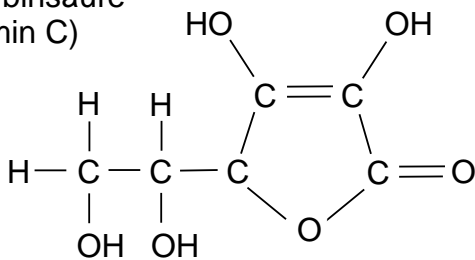
1. Sie treten im Schwimmbad versehentlich auf eine Biene, die Sie daraufhin in ihre Fußsohle sticht. Die Einstichstelle schwillt rötlich an und beginnt stark zu brennen. Es handelt sich hierbei um eine Säure - Methansäure oder Schwefelsäure?

a) Zeichnen Sie die Strukturformeln der beiden möglichen Säuren und geben Sie den Trivialnamen der Methansäure an.

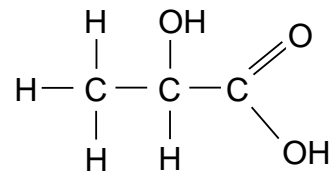
b) Entscheiden und begründen Sie, welche der beiden Säuren im Stachel der Biene war.

2. Dargestellt sind die Strukturformeln von zwei organischen Säuren. Handelt es sich um Carbonsäuren? Begründen Sie Ihre Antworten.

a) Ascorbinsäure
(Vitamin C)

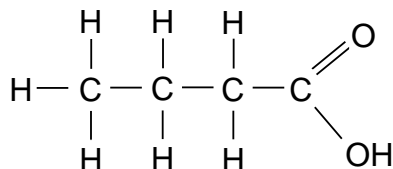


b) Milchsäure



3. Nomenklatur von Carbonsäuren

a) Dargestellt ist die Struktur von Buttersäure. Benennen Sie diese mit ihrem systematischen Namen.



b) Zeichnen Sie die Strukturformel von 2,3-Dimethylpentansäure.



Gemälde von Lucas Cranach (1502)

Quelle: www.art-perfect.de/cranach/die_kreuzigung_1502.jpg