

Säuren – wertvolle Werkzeuge in der Natur

Ein Beitrag von Dennis Dietz und Dr. Ruggero Noto La Diega



© kasira5698/iStock/Getty Images Plus

Säuren spielen in der Natur eine große Rolle. So fungiert im Kern von Steinobstfrüchten Blausäure als Keimhemmer, so dass die Samen erst auskeimen, wenn das Fruchtfleisch verrottet ist. Gleichzeitig dient Blausäure als Gift zur Abwehr von Fressfeinden. Ameisen und Brennpfeiler schützen sich wiederum mit Ameisensäure. Darüber hinaus produzieren alle Wirbeltiere für ihre Verdauung eine sehr starke Säure: die Salzsäure, die in diesem Zusammenhang auch Magensäure genannt wird. Sie dient der Denaturierung und dem Abbau von Proteinen, der Aktivierung der Vorstufe des Enzyms Pepsin sowie der Abtötung von Bakterien. Erarbeiten Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern anhand von alltagsnahen Beispielen und mithilfe von abwechslungsreichen Aufgaben die Bedeutung diverser Säuren.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Chemie Sek. III

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. In der Inhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch, als vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in sonstiger Weise öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Extrakte von Seiten und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist gemäß GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die für Experimente benötigten Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alle Anordnungen gemäß zu befolgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Klett Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon: +49 711 62900-0
Fax: +49 711 62900-60
mailto:info@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Bugra Bozan
Setzwerk: Rosen MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildrechte: Titel: © kasira5698/iStock/Getty Images Plus
Korrektur: Stefan Mayer

Säuren – wertvolle Werkzeuge in der Natur

Autoren: Dennis Dietz und Dr. Ruggero Noto La Diega

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M 1: Blausäure	3
M 2: Ameisensäure	10
M 3: Salzsäure	13
M 4: Wasserstoffperoxid	16
Lösungen	20
Literatur	33

VORANSICHT

Kompetenzprofil

Niveau	vertiefend
Fachlicher Bezug	Säure-Base-Chemie
Methode	Einzelarbeit, Partnerarbeit, Klausuraufgabe
Basiskonzepte	Konzept der chemischen Reaktion, Struktur-Eigenschaft-Basiskonzept
Erkenntnismethoden	eine Forschungsfrage formulieren
Kommunikation	ein Fließschema/ein Übersichtsschema erstellen
Bewertung/Reflexion	das Verbot eines Videos bewerten, Vor- und Nachteile von Behandlungsmethoden diskutieren
Inhalt in Stichworten	Blausäure, Polymerisation, Säurestärke, pK-Wert, schwache und starke Säuren, Ameisensäure, Salzsäure, Magensäure, Denaturierung von Proteinen, Sodbrennen, Wasserstoffperoxid, Bombardierkäfer

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt TX Text ÜA Übungsaufgaben

Thema	Material	Methode
Blausäure	M 1	AB, TX, ÜA
Ameisensäure	M 2	AB, TX, ÜA
Salzsäure	M 3	AB, TX, ÜA
Wasserstoffperoxid	M 4	AB, TX, ÜA

Säuren – wertvolle Werkzeuge in der Natur

Methodisch-didaktische Hinweise

Säuren spielen in der Natur eine große Rolle. So fungiert im Kern von Stachelhäutern Blausäure als Keimhemmer, sodass die Samen erst auskeimen, wenn das Fleisch verrotten ist. Gleichzeitig dient Blausäure als Gift zur Abwehr von Fressfeinden (M 1). Ameisen und Brennnesseln schützen sich mit Ameisensäure (M 2). Alle Wirbeltiere produzieren für ihre Verdauung eine sehr starke Säure: die Salzsäure, die in diesem Zusammenhang auch Magensäure genannt wird. Sie dient der Denaturierung und dem Abbau von Proteinen, der Aktivierung von der Vorstufe des Enzyms Pepsin sowie der Abtötung von Bakterien (M 3). Eine schwache Säure und starkes Oxidationsmittel zugleich spielt eine wichtige Rolle im chemischen Verteidigungssystem des Bombardierkäfers (M 4). Damit eignet sich das Thema „Säuren – wertvolle Werkzeuge der Natur“ für eine materialgestützte Lernaufgabe im Sinne des Unterrichtsansatzes Chemie im Kontext. Die Einbettung in biologische und humanmedizinische Kontexte soll sich positiv auf die Motivation der Lernenden auswirken und fächerverbindende Kompetenzen fördern. Die Lernaufgabe besteht aus vier Materialien, die unabhängig voneinander verwendet werden können. Der fachsystemrelevante Schwerpunkt liegt hier im Bereich der Säure-Basen-Chemie, wobei auch andere Themen wie die Denaturierung von Proteinen angesprochen werden.

In der Lernaufgabe werden Kompetenzen aus allen vier Kompetenzbereichen gefördert. Die Anwendung des Struktur-Eigenschaft-Basiskonzeptes (u. a. zur Erläuterung des Siedepunktes von Ameisensäure (M 2) sowie des Donator-Akzeptor-Konzeptes (z. B. in M 4 bei verschiedenen Säure-Base-Reaktionen) sind dem Kompetenzbereich Fachwissen zuzuordnen.

Dem Kompetenzbereich der Kommunikation wird dadurch berücksichtigt, dass in allen Materialien ein Wechsel der Darstellungsebene gefordert wird (M 1–M 4). Dazu müssen Übersichtsschemata und Fließdiagramme erstellt werden. Der Wechsel der Darstellungsebene – also der Wechsel von einem Fließtext in eine Abbildung – ist eine typische Kom-

petenz aus diesem Kompetenzbereich. So erstellen die Lernenden ein Fließschema zur Veranschaulichung der Giftwirkung der Blausäure (**M 1**), eine Skizze zur Destillation (**M 2**), ein Schaubild zu den Vorgängen der Salzsäureproduktion in den Belegzellen der Wirbeltiere (**M 3**) und eine Skizze über den Abwehrmechanismus des Bombardierkäfers (**M 4**). Mehrere Aufgaben erfordern strukturierte Vergleiche: auch das Erstellen von Tabellen für einen kriteriengeleiteten Vergleich fällt in den Kompetenzbereich der Kommunikation.

Der Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung ist beispielsweise dadurch enthalten, dass die Schülerinnen und Schüler zur Entwicklung einer Forschungsfrage bezüglich des im Vergleich zu anderen Tieren sehr niedrigen pH-Werts des menschlichen Magensaftes angeregt werden sowie durch das Entwickeln von Ideen für Therapiemöglichkeiten für die Bekämpfung der Übersäuerung im Magen.

Das Berechnen von pH-Werten bzw. von Wasserstoff-Ionenkonzentrationen sowie das Aufstellen von Reaktionsgleichungen erstrecken sich wie ein roter Faden durch die vier Materialien, sodass viele Übungsanlässe dazu angeboten werden.

Auch der Kompetenzbereich der Bewertung wird berücksichtigt. Insbesondere im Zuge der Auseinandersetzung mit Vor- und Nachteilen verschiedener Mittel gegen Cyanidvergiftungen und die daraus resultierende Entscheidung darüber, welches Mittel bevorzugt werden sollte. Im Sinne der Medienerziehung wird darüber hinaus eine Reflexion über die Entscheidung von YouTube® angeregt, ein potenziell gefährliches Video über den Konsum einer Cyanid-Lösung zu sperren.

Mit den Arbeitsaufträgen kann flexibel umgegangen werden. So können einzelne Aufgaben herausgenommen und als Hausaufgabe erteilt werden. Einzelne Materialien inklusive derer Aufgaben eignen sich auch als Klausuraufgaben.

Als zeitlichen Rahmen für diese Aufgabe werden 180 min empfohlen, wenn alle vier Materialien verwendet werden sollen. Diese Zeitempfehlung variiert natürlich mit der Stärke Ihrer Lerngruppe, die Sie besser einschätzen können.

Chemie der Blausäure

Die Blausäure ist mit einem pK_s -Wert von 9,40 eine sehr schwache Säure. Sie besitzt mit 26 °C einen niedrigen Siedepunkt und ist sehr flüchtig. Beim Verdampfen kann es infolge der dafür benötigten Energie (Verdampfungsenthalpie) dazu kommen, dass diese gefriert. Eine wässrige Lösung der Blausäure ist je nach Alter farblos bis leicht gelblich. Am einfachsten kann Blausäure chemisch hergestellt werden, indem man Salze – die Cyanide – angesäuert werden.

Die Blausäure steht im Gleichgewicht mit seiner tautomeren Form – der Isoblausäure. In dieser Form ist der Wasserstoff an das Stickstoffatom des Moleküls gebunden. Obgleich das Gleichgewicht fast vollständig auf der Seite der Blausäure liegt, ist diese Form für die Dimerisierung der Blausäure wichtig. Blausäure kann Dimere bilden, indem je ein Blausäure- und ein Isoblausäuremolekül, wie in Abbildung M 1.2 dargestellt, miteinander reagieren.

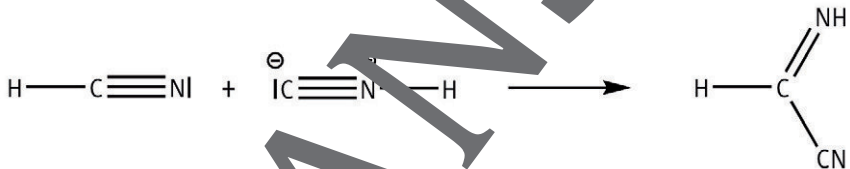
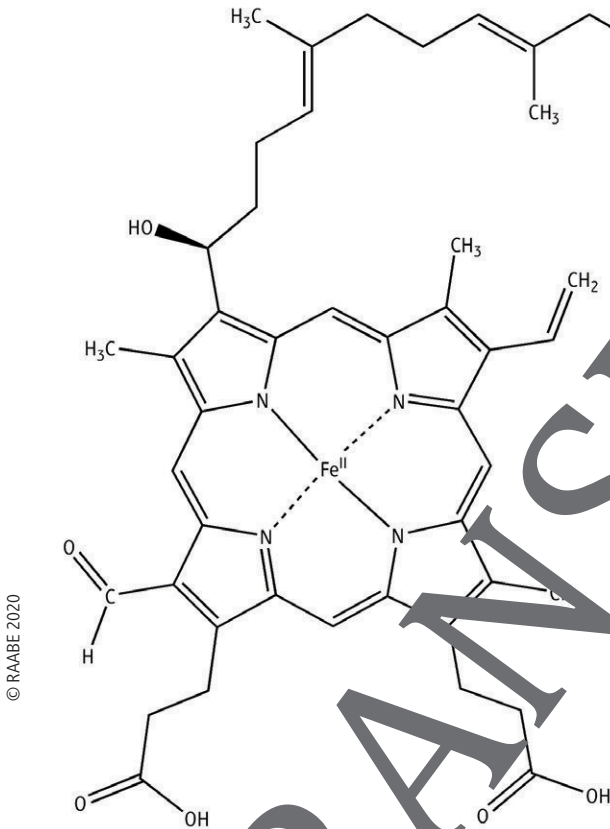


Abbildung M 1.2 Bildung eines Dimers

Blausäure kann nur eine gewisse Zeit gelagert werden, da sie unter alkalischen Bedingungen polymerisieren kann. Für die Lagerung wird sie daher häufig durch Zugabe von geringen Mengen von Säure stabilisiert. Durch die Polymerisation wird die Azulminsäure gebildet, die als brauner flockenartiger Feststoff ausfällt und sich explosiv zersetzen kann. Die Azulminsäure wird durch eine Base, die in der Startreaktion sich an das Dimer anlagert, gebildet. In der Wachstumsreaktion kann das so gebildete Anion an weitere Dimere addieren (M 1.5). In der Abbruchreaktion wird die Polymerisation durch die Anlagerung eines Proteins beendet. Dieser Polymerisationsmechanismus wird auch als anionische Polymerisation bezeichnet.



© RAABE 2020

Abbildung M 1.4 Häm-a-Untereinheit der Cytochrom-c-Oxidase

Die Cyanid-Ionen können an das Eisen(III)-Ion der Häm-a-Untereinheit binden und dieses dadurch für den Sauerstoff blockieren. Die Atmungskette kommt schließlich zum Stillstand und die Zellen sterben an ATP-Mangel (also einem Energiemangel). Man spricht in einem solchen Fall auch von einem „inneren Erstickten“. Infolge der Blockade der Cytochrom-c-Oxidase reichert sich der Sauerstoff im venösen Blut an, sodass im Todesfall eine hellrote Färbung der Haut zu beobachten ist. Damit der Todesfall nicht eintritt, muss man eine akute Cyanidvergiftung beispielsweise durch die in M 1.5 dargestellten Wirkstoffe behandeln.

Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



- ✓ **Über 4.000 Unterrichtseinheiten** sofort zum Download verfügbar
- ✓ **Sichere Zahlung** per Rechnung, PayPal & Kreditkarte
- ✓ **Exklusive Vorteile für Grundwerks-Abonent*innen**
 - 20% Rabatt auf Unterrichtsmaterial für Ihr bereits abonniertes Fach
 - 10% Rabatt auf weitere Grundwerke

Jetzt entdecken:
www.raabe.de