



SCHÜLERCAMPUS 2014

Chemie/Biochemie – Anorganische Chemie – Metallkomplexe

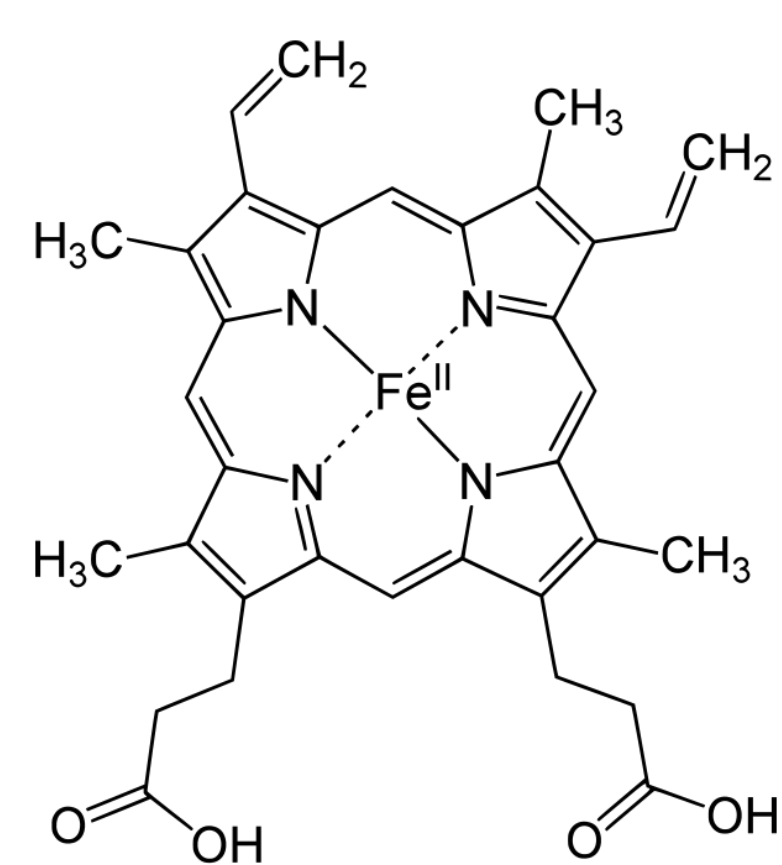
Christian Czech, Dominik Reichhardt
Arved Dorst, Marylène Schröder

Einleitung und Zielsetzung

Warum ist das menschliche Blut, welches durch unseren Körper fließt rot? Ursache für die Rotfärbung unseres Blutes sind die roten Blutkörperchen, welche Hämoglobin enthalten. Hämoglobin ist ein sogenannter Komplex. Er bestimmt nicht nur die Farbe des Blutes, sondern transportiert auch lebenswichtigen Sauerstoff durch die Blutbahnen. Um zu verstehen, inwieweit Gifte das Hämoglobin zerstören können, wollen wir erstmal klären: Was sind Komplexe und wie reagieren sie?

Theoretische Grundlage

Unter Komplexen versteht man Verbindungen, welche aus einem Zentralteilchen und Liganden bestehen. Das Zentralteilchen ist oft ein



Metallion, bei Hämoglobin ist es Fe^{2+} . Liganden sind Verbindungen, welche mindestens ein freies Elektronenpaar haben, das sie zur Ausbildung einer koordinativen Bindung nutzen können. Manche Liganden können mehrere Bindungsstellen des Zentralteilchens besetzen (bei Hämoglobin vier Bindungsstellen).

Modellversuch: Hämoglobin / Methämoglobin

Der Blutfarbstoff Hämoglobin enthält Fe^{2+} -Ionen. Die Fe^{2+} -Ionen können durch Oxidationsmittel zu Fe^{3+} -Ionen oxidiert werden, sodass Hämoglobin in Methämoglobin umgewandelt wird.

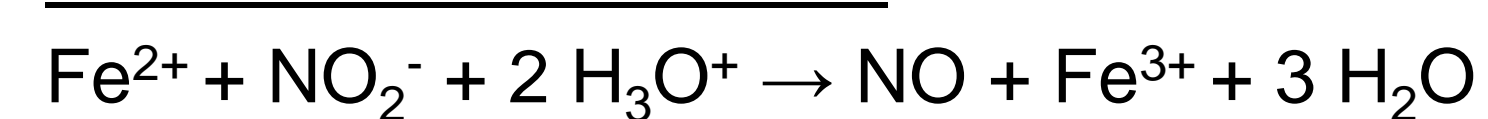
Bei diesem Versuch soll die Bildung von Methämoglobin durch Nitrite im menschlichen Blut simuliert werden und inwieweit Vitamin C jener entgegenwirkt. Das Hämoglobin stellte in unserem Versuch eine FeCl_2 -Lösung dar, eine FeCl_3 -Lösung diente als Referenzlösung.

Durch Zugabe von Salzsäure wird ein saures Milieu geschaffen, dabei finden zwei Farbumschläge statt. Die FeCl_2 -Lösung verfärbt sich von orange zu einer farblosen Lösung und die Farbe der FeCl_3 -Lösung wechselt von gelbgrün zu gelb (siehe Abb. 1).

Durch Zugabe von Natriumthiocyanat NaSCN in beide Lösungen verfärbte sich die FeCl_2 -Lösung rostrot und die FeCl_3 -Lösung wird schwarz-rot (siehe Abb.2). Die schwarz-rote Färbung ist auf den Komplex $[\text{Fe}(\text{SCN})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$ zurückzuführen. Dieser Komplex ist für Fe^{3+} -Ionen spezifisch und kann somit nicht in der Fe^{2+} -Lsg. gebildet werden. Nun findet der entscheidende Schritt statt: Der Fe^{2+} -Lösung wird mit Natriumnitrit versetzt. Dieses starke Oxidationsmittel oxidiert die Fe^{2+} -Ionen zu Fe^{3+} -Ionen (siehe Abb. 3). Hierdurch entstehen nicht nur giftige Nitrose Dämpfe, sondern es entsteht auch der Komplex $[\text{Fe}(\text{SCN})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$, welcher eine schwarz-rote Färbung der Lösung verursacht. In den Reagenzgläsern liegen nun die gleichen Komplexe vor.

Wird nun Ascorbinsäure (Vitamin C) in die Lösung gegeben, können die Fe^{3+} -Ionen wieder zu Fe^{2+} -Ionen reduziert werden (siehe Abb.4). Die Lösung entfärbt sich. Im menschlichen Körper wirkt das Vitamin C der Reaktion von Oxidationsmitteln mit den Eisen-Ionen und der daraus folgenden Bildung von Methämoglobin entgegen. Durch diesen Schutzmechanismus wird mit Hilfe des Reduktionsmittel Ascorbinsäure eine ausreichend hohe Hämoglobin-Konzentration sichergestellt.

Oxidation der Fe^{2+} -Ionen:



Nachweis von Fe^{3+} -Ionen:

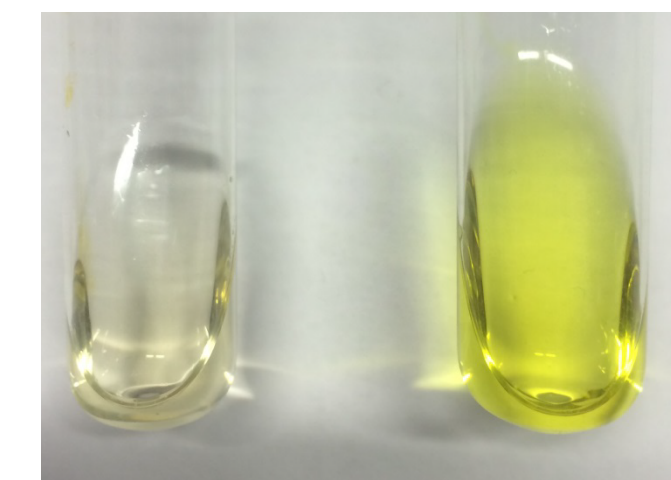
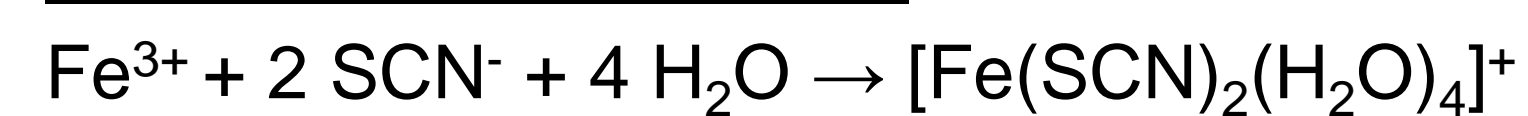


Abb. 1
Links Fe^{2+} -Lsg., rechts Fe^{3+} -Lsg.

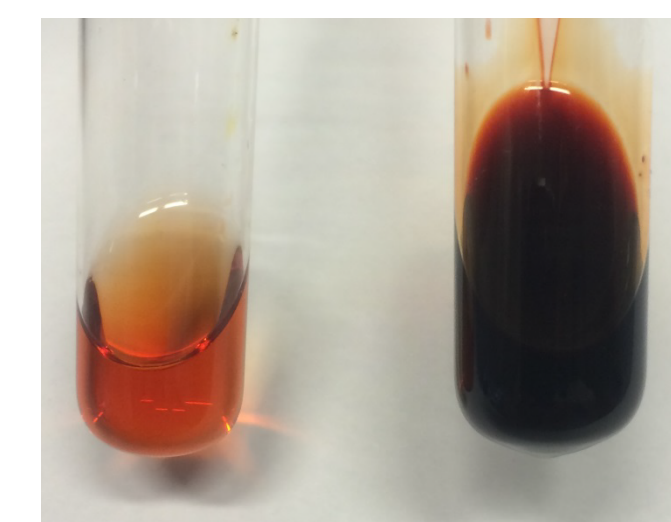


Abb. 2
Links Fe^{2+} -Lsg., rechts Fe^{3+} -Lsg.

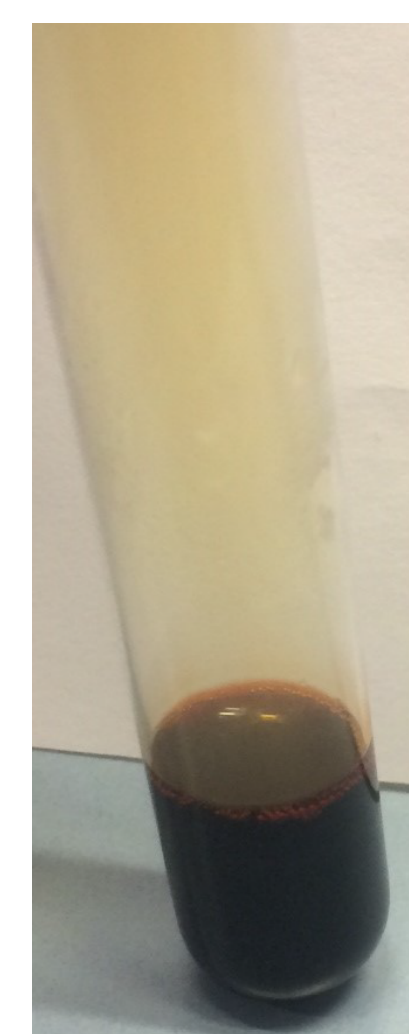


Abb. 3
Zu Fe^{3+} oxidierte Lösung, Nitrose Dämpfe

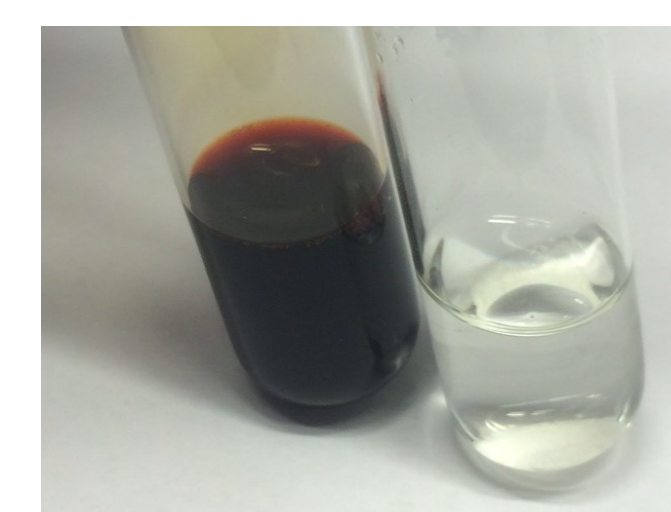


Abb. 4
Voher Fe^{3+} -Lsg., nacher Fe^{2+} -Lsg.

Zugabe von Natriumthiocyanat

Zugabe von Natriumnitrit

Zugabe von Ascorbinsäure (Vitamin C)

Quellen:

Mortimer, Kap. 28.1-4; Zeek, Kap. 10.1.-10.3.; Fotos: Christian Czech, commons.wikimedia.org.