

Sauerstofftransport im Blut

von

Ralph Althoff

Christoph Mittmann

Gliederung des Vortrags

- 1.) Geschichtliches
- 2.) Eigenschaften des Blutes
- 3.) Aufbau des Blutes
- 4.) Der Sauerstofftransporter
- 5.) Die Chemie des Hämoglobins
- 6.) Myoglobin
- 7.) Blutgifte
- 8.) Quellen

1) Geschichtliches

- 1628 beschreibt William Harvey den Blutkreislauf und legt damit den Grundstein der modernen Physiologie
- 1658 Jan Swammerdam entdeckt unter dem gerade entwickelten Mikroskop die roten Blutzellen
- 1901 Entdeckung der Blutgruppen A,B,0 durch Karl Landsteiner, 1902 noch AB

2) Eigenschaften des Blutes

- Macht etwa 8% des Körpergewichtes aus
- pH: ~7,4
- Temperatur im Körper: 38°C
- Ist eine Suspension
- Viele Krankheiten lassen sich aus dem Blutbild erkennen
- Von den im Körper enthaltenen 4g Eisen (ca. 0,005% des Körpergewichtes) sind 3g im Hämoglobin gebunden
- Männer haben durchschnittlich 5-6L Blut, Frauen 4-5L

3) Aufbau des Blutes

Blut

```
graph TD; Blut[Blut] --- Plasma[Plasma  
(flüssiger Bestandteil mit gelösten Salzen und Proteinen)]; Blut --- Thrombozyten[Thrombozyten  
(Blutplättchen)]; Blut --- Leukozyten[Leukozyten  
(Weiße Blutkörperchen)]; Blut --- Erythrozyten[Erythrozyten  
(Rote Blutkörperchen)];
```

Plasma
(flüssiger Bestandteil mit gelösten Salzen und Proteinen)

Thrombozyten
(Blutplättchen)

Leukozyten
(Weiße Blutkörperchen)

Erythrozyten
(Rote Blutkörperchen)

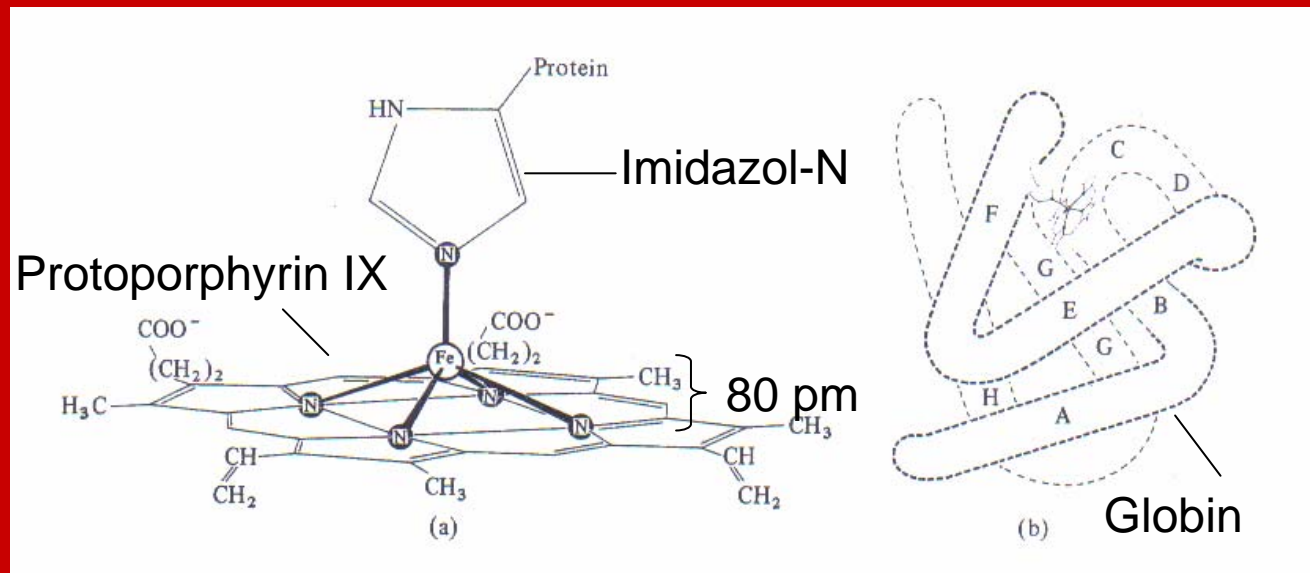
4) Der Sauerstofftransporter

Die Erythrozyten (Rote Blutkörperchen):



- Zellen ohne Zellkern
- Größe: ein Hundertstel Millimeter
- Lebensdauer etwa 120 Tage
- $D=7\mu\text{m}$; $h=2\mu\text{m}$
- Beeinhalten Trägerstoff für O_2 und CO_2 , das Hämoglobin

5) Die Chemie des Hämoglobins



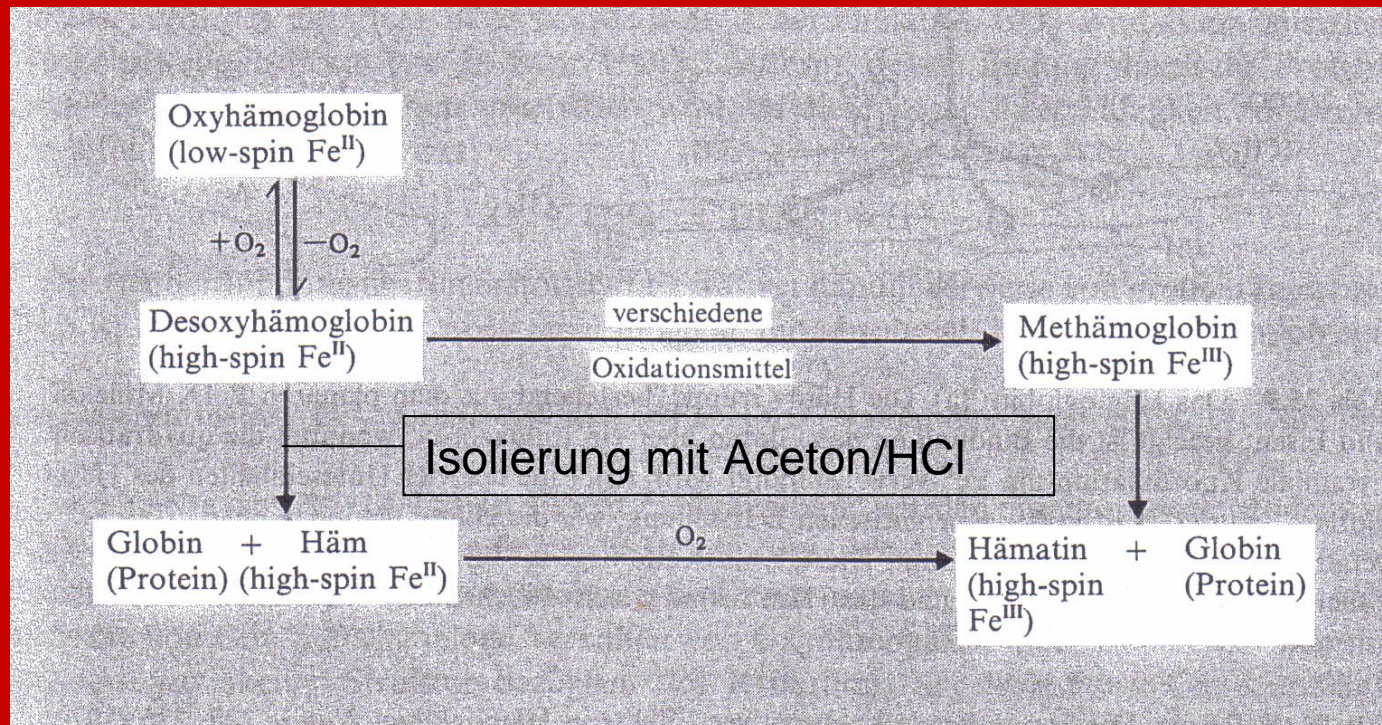
- Ein Molekül Hämoglobin (Hb) besteht aus vier Einheiten
- Jede dieser Einheiten besteht aus einer Häm-Gruppe (a) und einem Globin-Molekül (b)

5) Die Chemie des Hämoglobins

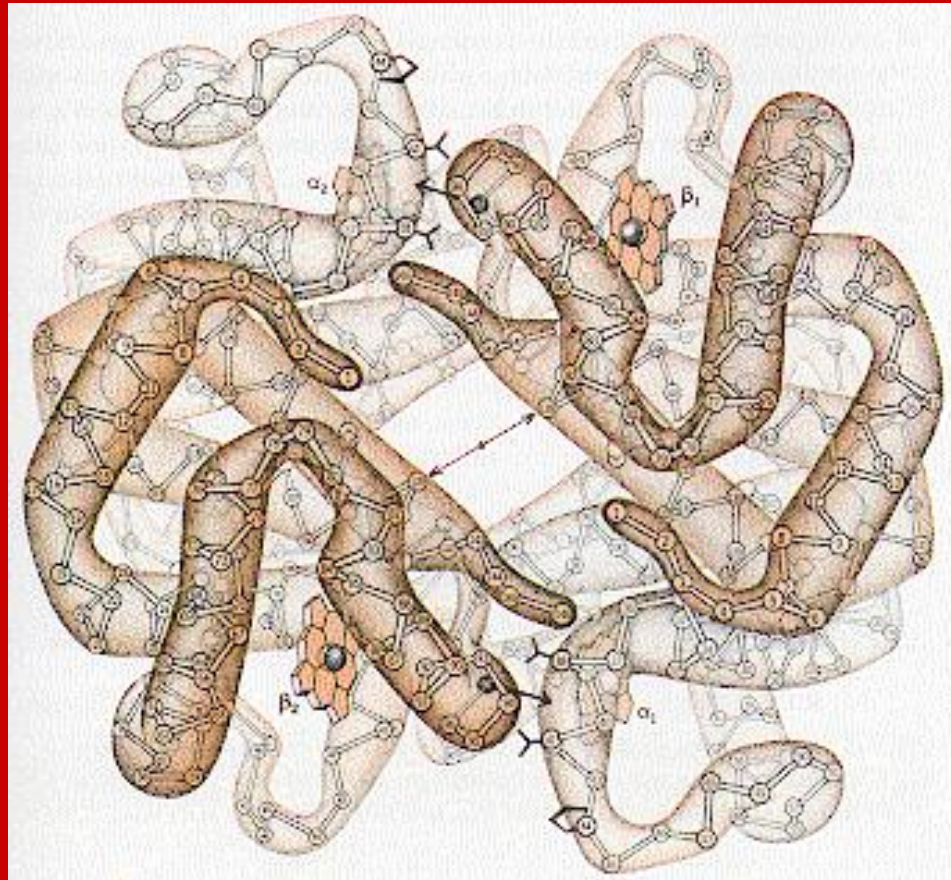
- Das Eisen im sog. Dexoxyhämoglobin (ohne gebundenes O_2) liegt als high-spin Fe(II) vor.
- Bei reversibler Anlagerung von O_2 (Bildung von Oxyhämoglobin) geht das Eisen in low-spin Fe(II) über =>keine Änderung der Oxidationszahl
- Bei low-spin ist der Ionenradius des Fe(II) um 20% geringer und passt damit planar in den Stickstoffring

5) Die Chemie des Hämoglobins

- Das hydrophobe Globin verhindert außerdem durch sterische Hinderung die Oxidation des Fe(II) zu Fe(III)



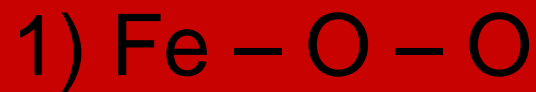
5) Die Chemie des Hämoglobins



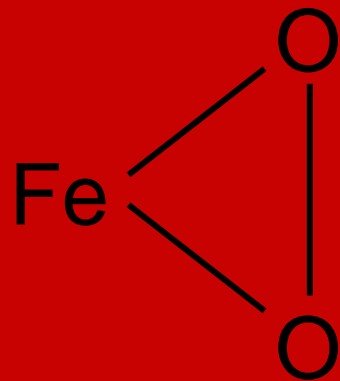
- Ungefähr tetraedrische Anordnung der vier Untereinheiten => $M=64500$ g/mol
- Zusammenhalt durch $\text{NH}_3^+ \dots \text{OOC}$ -“Salzbrücken“

5) Die Chemie des Hämoglobins

- Bindungsmöglichkeiten* $\text{Fe} - \text{O}_2$:



3)



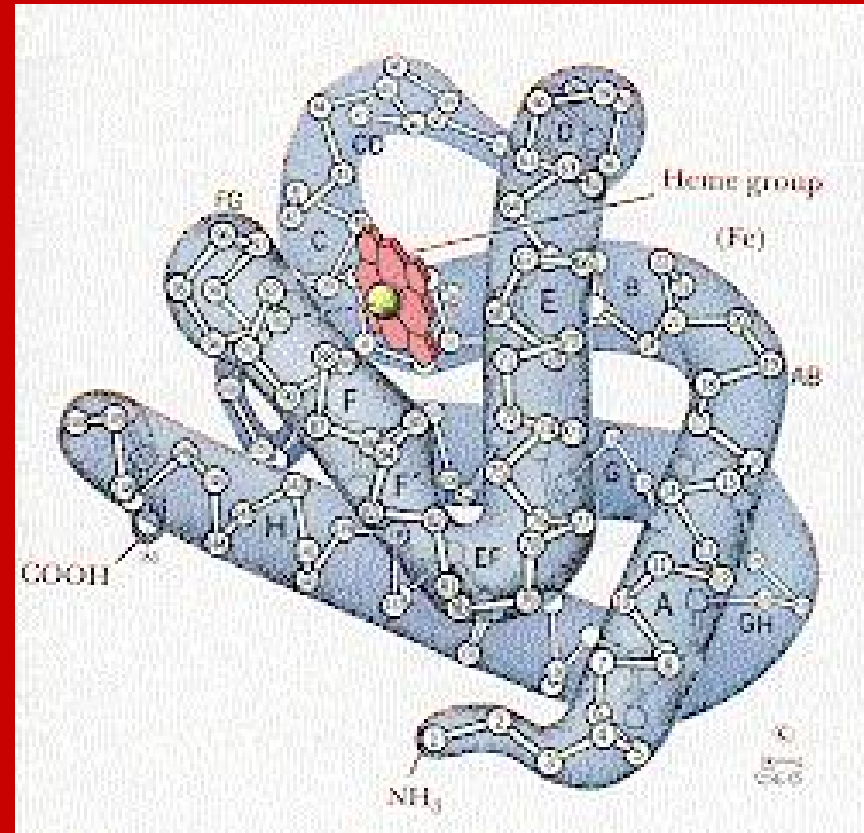
*Genaue Bindungsstruktur noch nicht restlos geklärt

5) Die Chemie des Hämoglobins

- Die Bindung an das Hämoglobin wird in der Lunge vor allem durch den hohen Partialdruck erzwungen, der durch die Sättigung von O_2 im Blut entsteht.
- Die Abtrennung an der Muskelzelle wird durch die Lösung von CO_2 und daraus resultierender pH-Wert-Senkung im Plasma begünstigt, was sich über die Salzbrücken („Bohr-Effekt“, sehr kompliziert zu erklären) auf die Affinität des Hb zu O_2 auswirkt.

6) Myoglobin

- Nach Abtrennung des O_2 vom Hb wird es an das sog. Myoglobin ($M=17000$ g/mol (gerundet) nur eine Einheit) als Speicher in den Zellen weitergegeben



7) Blutgifte

- Kleinere Nucleophile, wie CO oder PF_3
- Bindung Fe – CO ist etwa 16000 mal stärker als Fe – O_2
- Bindung Fe – PF_3 ist stärker als Fe-CO, weil stärkere Lewis-Säure
- Aufgrund der stärkeren Bindungen können diese Stoffe nicht durch die vorher beschriebenen körperlichen Maßnahmen wieder vom Hb gelöst werden

CO₂-Rücktransport

Erfolgt zu:

10% in Physikalischer Lösung

30% sind an das Hb angelagert (anders als das O₂)

60% reagiert in den roten Blutkörperchen

(das Enzym Carbonanhydrase beschleunigt dies) zu Kohlensäure, welches durch das Puffer-System im Blut aufgefangen wird

8) Quellen

- Chemie der Elemente: Norman N. Greenwood, Alan Earnshaw; Wiley-VCH
- www.fh-jena.de
- Microsoft Encarta
- Wikipedia
- <http://chem.ch.huji.ac.il>
- <http://www.merian.fr.bw.schule.de/mueller/SchuelerII/Facharbt/Blut/blut.htm>