

7.7 Blut

Blut besteht aus Zellen und Blutplasma. Serum ist Plasma ohne Fibrin.

7.7.1 Zusammensetzung von Plasma.

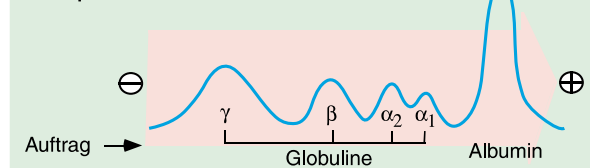
Plasma ist eine wäßrige Lösung von anorganischen Ionen wie Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , J^- , Kohlenhydraten und Proteinen. Es enthält das Blutgerinnungssystem und transportiert Nährstoffe, Fette, Abfallprodukte des Stoffwechsels, Hormone und Immunglobuline.

Glucose oder Aminosäuren sind im Plasma gelöst. Lipophile Stoffe, wie Triglyceride, Cholesterol, Bilirubin, lipophile Hormone, werden an Plasmaproteine gebunden transportiert. So bindet das Steroidhormon Testosteron an ein geschlechtshormonbindendes Protein.

In fünf Gruppen teilt man die Plasmaproteine ein: Albumin, α_1 -, α_2 -, β -, und γ -Globuline. Grundlage dieser Einteilung ist die Elektrophorese des Serums auf Cellulose-Acetat.

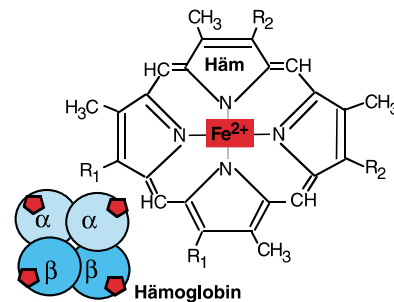
Plasmaprotein	Funktion
Albumin	Fettsäuren- und Bilirubin-Transport
α_1 -Glob.	α_1 -Lipoproteine Lipidtransport
	Thyroxinbindendes Globulin Transport von Schilddrüsenhormon (Thyroxin)
	Prothrombin Blutgerinnung
α_2	Caeruloplasmin Kupfertransport
β	β_1 -Lipoproteine Lipidtransport
	Transferrin Eisentransport
	Plasminogen Vorstufe von Fibrinolyse
γ -Globuline	Antikörper
Fibrinogen	Blutgerinnung

Elektrophorese von Serum auf Cellulose-Acetat

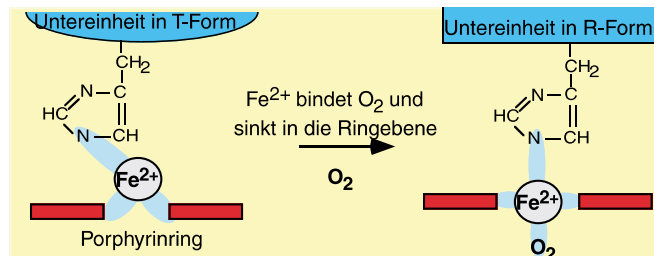


7.7.2 Hämoglobin bindet O_2

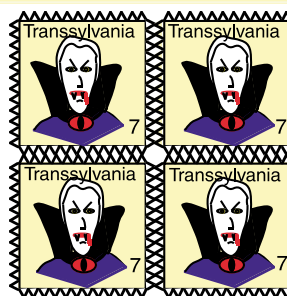
Blut versorgt die Gewebe mit O_2 . Da sich O_2 schlecht in Wasser löst (5 ml O_2 /l) braucht Blut einen O_2 -Träger. Dieser Träger ist das Hämoglobin (Hb), genauer das Häm, die prosthetische Gruppe des Hb (S12). Es erhöht die O_2 -Kapazität des Blutes auf 250 ml/l. Häm besteht aus einem Porphyrinring mit Fe^{2+} als Zentralatom (S67). An dieses Fe^{2+} wird O_2 gebunden. Durch die Anlagerung von O_2 ändert sich die Farbe des Fe^{2+} -Komplexes. Deshalb ist das O_2 -reiche, arterielle Blut hellrot (Farbe von OxyHb) und das O_2 -arme, venöse Blut dunkelrot (Farbe von DesoxyHb). Wird das Fe^{2+} zu Fe^{3+} oxidiert, entsteht MetHb, das kein O_2 binden kann. CO , CN^- und N_3 binden sehr fest an Fe^{2+} und blockieren die O_2 -Bindung.



Im DesoxyHb bildet das Fe^{2+} einen 5-zähligen Komplex mit den vier N des Porphyrinrings und einem His einer Hb-Untereinheit (α oder β). Das Fe^{2+} ragt dabei aus der Porphyrinringebene heraus. Wenn O_2 an DesoxyHb bindet, sinkt das Fe^{2+} in die Ebene und zieht das His mit sich. Das His gibt diesen Zug weiter, worauf die Konformation der Untereinheit von der T-Form in die R-Form springt. Hb existiert nämlich wie ein allosterisches Enzym in T- und R-Form.



In der T-Form, dem DesoxyHb, geben elektrostatische Wechselwirkungen zwischen den Untereinheiten, sog. Salzbindungen, dem DesoxyHb Spannung (daher T-Form von "tense"). Die Bindung von O_2 bewirkt nun, über den Zug des Histidins, die Lösung von Salzbindungen und verschiebt das Gleichgewicht zur R-Form, dem OxyHb. Das erste O_2 hat mehr Salzbindungen zu sprengen als die folgenden O_2 , die Bindung des ersten O_2 ist also energetisch aufwendiger als die Bindung der darauf folgenden. Damit erhöht die Bindung des ersten O_2 die Bindungsaffinität der restlichen drei Hämgruppen für O_2 : DesoxyHb, die T-Form, hat niedrige Affinität zu O_2 , die R-Form bindet O_2 etwa 300 mal fester. Demgemäß zeigt die Bindung von O_2 positive Kooperativität (S24) und seine Bindungskurve ist sigmoidal.



Briefmarkenanalgie der Hb-Oxygenierung (nach Stryer): Will man die 1. Marke heraus-trennen, muß man 2 Perforationen trennen. Für die 2. und 3. Marke genügt eine Perforation, die 4. schließlich ist frei. Ähnlich die O_2 -Bindung von Hb: Perforationen gleich Salzbindungen und Briefmarken freisetzen gleich O_2 -Binden.

