

Atmung

Die Atmung bzw. Respiration (lat. respirare = Aufatmen) ist in der Biologie ein mehrdeutig verwendeter Begriff, der alle Vorgänge der Sauerstoffaufnahme und der Kohlendioxidabgabe beschreibt. Dabei werden die äußere Atmung, d.h. der Gasaustausch zwischen dem umgebenden Medium und der Körperflüssigkeit, von der inneren Atmung, d.h. dem Gasaustausch zwischen der Körperflüssigkeit und den einzelnen Zellen, unterschieden. Die innere Atmung dient der eigentlichen Energiegewinnung der Zelle in Form von Adenosintriphosphat (ATP). Die Energiegewinnung bei Säugetieren wie dem Menschen erfolgt nur unter Anwesenheit von elementarem Sauerstoff (aerob), wobei der Sauerstoff sich nicht in einer Bindung mit anderen Elementen befindet. Zu diesem Prozess der sogenannten Zellatmung gehören Prozesse wie die Glykolyse, der Citratzyklus und die Atmungskette. Fehlt der Sauerstoff, sterben Aerobier bereits nach kurzer Zeit ab. Bei der anaeroben Atmung erfolgt die Energiegewinnung auch ohne die Anwesenheit von Sauerstoff. Die meisten Anaerobier sind bei den einzelligen Prokaryoten zu finden.

Das Kohlendioxid wird dabei auf drei Wegen vom Gewebe über das Blut zu den Alveolen der Lungen transportiert (Kohlendioxidtransport), wo es abgeatmet wird: Physikalisch gelöst im Blutplasma zu ca. 7%, chemisch gebunden an Hämoglobin in Form von Carbaminohämoglobin in den roten Blutkörperchen (Erythrozyten) zu ca. 23 % und chemisch gebunden in Form von Hydrogencarbonat bzw. Bicarbonat in den Erythrozyten und im Blutplasma zu ca. 70%.

Zum geringsten Anteil findet der Transport von CO_2 als physikalisch gelöster Stoff statt. Der Wert von 7% bezieht sich dabei auf den normalen Partialdruck von Kohlendioxid (bei 7 %) und entspricht ca. 0,3 ml CO_2 /100 ml Blut. Ca. 23 % des gesamten Kohlendioxid binden in den Erythrozyten an Hämoglobin und formen dabei das Carbamino-Hämoglobin (CO_2Hgb). Kohlendioxid bindet dabei an einer anderen Stelle als Sauerstoff. Diese Reaktion ist deutlich langsamer als die Reaktion zu Bikarbonat, weshalb in der Regel kaum mehr als 20-23 % in dieser Form transportiert werden. Bei der Regulation der CO_2 -Bindung durch Hämoglobin ist der Haldane-Effekt von Bedeutung. Dieser Effekt besagt, daß sich O_2 - und CO_2 -Transport gegenseitig quantitativ beeinflussen. Im Bereich der Lunge wird bei steigendem Sauerstoffpartialdruck Kohlendioxid leichter abgegeben, im Bereich des aktiven Gewebes wird bei niedrigem Sauerstoffpartialdruck die Aufnahme von Kohlendioxid erleichtert. So fördert in der Lunge die Oxygenierung (Sauerstoffaufnahme) des Hämoglobins die Kohlendioxidabgabe und im Bereich des aktiven Gewebes die Desoxygenierung (Sauerstoffabgabe) die Kohlendioxidaufnahme.

Der Transport von Kohlendioxid in Form von Bikarbonat stellt mit etwa 70 % den größten und somit wichtigsten Anteil im Kohlendioxidtransport dar. In den Erythrozyten finden dabei folgende Vorgänge statt: Kohlendioxid (CO_2) diffundiert aus den Zellen über das Interstitium in das Blut und von dort aus in die roten Blutkörperchen (Erythrozyten). Dort reagiert es mit Wasser (H_2O) zu Kohlensäure (H_2CO_3). Dieser Vorgang wird von dem Enzym Carboanhydrase katalysiert und somit ca. 5000-fach beschleunigt.

Die Kohlensäure H_2CO_3 dissoziiert zu H^+ und HCO_3^- (Hydrogencarbonat) und das H^+ wird

von Hämoglobin gebunden (Hämoglobin-Puffer). Hydrogencarbonat diffundiert aus den Erythrozyten heraus. Um die Ladungsverhältnisse der Zellen nicht zu verändern geschieht dies im Austausch gegen Chloridionen (Cl^-) und wird als Hamburger-Shift bezeichnet.

Im Bereich der Lunge kehren sich dann die genannten Vorgänge um. HCO_3^- gelangt im Austausch gegen Cl^- zurück in die Erythrozyten, wo es mit H^+ zu H_2CO_3 reagiert. Dieses dissoziiert dann zu CO_2 und H_2O . CO_2 diffundiert durch das Plasma zu den Alveolen und wird letztendlich abgeatmet.

Als Zusammenfassung dieser Vorgänge ist die folgende Reaktionsgleichung von großer Bedeutung:



Der hohe Anteil des Kohlendioxidtransportes durch Bikarbonat wird durch das Medikament Acetazolamid deutlich. Diese Substanz blockiert die Aktivität der Carboanhydrase und es kommt zum Anstieg des Kohlendioxidpartialdruckes von normalen 45 mm Hg auf bis zu 80 mm Hg.

Gesteuert wird die Atmung hauptsächlich durch das Gehirn beziehungsweise dem Atemzentrum in der Medulla oblongata. Unter dem Begriff der Atemregulation werden die Steuerungsvorgänge bezeichnet, welche die Atmung bzw. die Ventilation an die jeweilige Stoffwechselsituation anpassen, und dadurch die ausreichende Versorgung der Körperzellen mit Sauerstoff gewährleisten. Ausschlaggebend ist dabei die Reaktion von Chemorezeptoren auf den Kohlendioxid-Gehalt, beziehungsweise den Kohlendioxid-Partialdruck des Blutes. Übersteigt dieser einen gewissen Schwellenwert, setzt der Atemreiz ein. Rezeptoren, die auf den pH-Wert des arteriellen Blutes sowie einen Sauerstoffmangel (Hypoxie) reagieren, haben nur eine zweitrangige Bedeutung als Atemreiz.

- 1) Bei der Regulation der CO₂-Bindung durch Hämoglobin spielt der sogenannte Haldane-Effekt eine Rolle. Welche Effekte sind dem Text zufolge damit gemeint?
- (A) Im Bereich der Lunge wird bei steigendem Sauerstoffpartialdruck Kohlendioxid leichter abgegeben, im Bereich des aktiven Gewebes bei niedrigem Sauerstoffpartialdruck die Aufnahme von Kohlendioxid erschwert.
 - (B) Im Bereich der Lunge wird bei niedrigem Sauerstoffpartialdruck Kohlendioxid leichter abgegeben, im Bereich des aktiven Gewebes bei niedrigem Sauerstoffpartialdruck die Aufnahme von Kohlendioxid erleichtert.
 - (C) Im Bereich der Lunge wird bei niedrigem Sauerstoffpartialdruck Kohlendioxid leichter abgegeben, im Bereich des aktiven Gewebes bei steigendem Sauerstoffpartialdruck die Aufnahme von Kohlendioxid erleichtert.
 - (D) Im Bereich der Lunge wird bei steigendem Sauerstoffpartialdruck Kohlendioxid leichter abgegeben, im Bereich des aktiven Gewebes bei niedrigem Sauerstoffpartialdruck die Aufnahme von Kohlendioxid erleichtert.
 - (E) Im Bereich der Lunge wird bei steigendem Sauerstoffpartialdruck Kohlendioxid leichter abgegeben, im Bereich des aktiven Gewebes bei niedrigem Sauerstoffpartialdruck die Aufnahme von Kohlendioxid erleichtert.
- 2) Welcher der nachfolgenden Effekte ergibt sich dem Text zufolge bei einem Blutzuckerspiegel über 80 mg/dl?
- (A) Kohlendioxid wird im Blutplasma physikalisch gelöst zu 7%, in Form von Carbonat zu 70% und an Hämoglobin gebunden zu 23% transportiert
 - (B) Kohlendioxid wird im Blutplasma physikalisch gelöst zu 7%, in Form von Bicarbonat zu 23% und an Hämoglobin gebunden zu 70% transportiert
 - (C) Kohlendioxid wird im Blutplasma physikalisch gelöst zu 7%, in Form von Bicarbonat zu 70% und an Hämoglobin gebunden zu 23% transportiert
 - (D) Kohlendioxid wird im Blutplasma physikalisch gelöst zu 7%, in Form von Bicarbonat zu 70% und an Hämoglobin gebunden zu 25% transportiert
 - (E) Kohlendioxid wird im Blutplasma physikalisch gelöst zu 8%, in Form von Bicarbonat zu 70% und an Hämoglobin gebunden zu 25% transportiert

3) Welche der Lösungen A - E ist dem Text zufolge richtig?

- I. Die Verabreichung des Medikamentes Acetazolamid führt zum Anstieg des Kohlendioxidpartialdruckes und zeigt damit den hohen Anteil des physikalisch gelösten Kohlendioxides bezüglich des Kohlendioxidtransportes auf.
 - II. Die Verabreichung des Medikamentes Acetazolamid führt zum Anstieg des Kohlendioxidpartialdruckes und zeigt damit den hohen Anteil des Bicarbonates im Kohlendioxidtransport auf
 - III. Die Verabreichung des Medikamentes Acetazolamid führt zum Absinken des Kohlendioxidpartialdruckes und zeigt damit den hohen Anteil des Bicarbonates im Kohlendioxidtransport auf.
 - IV. Die Verabreichung des Medikamentes Acetazolamid führt zum Anstieg des Kohlendioxidpartialdruckes und zeigt damit den hohen Anteil des an Hämoglobin gebundenen Kohlendioxides auf.
- (A) Die Aussagen I, II und III lassen sich nicht aus dem Text ableiten.
 - (B) Die Aussagen II, III und IV lassen sich nicht aus dem Text ableiten.
 - (C) Die Aussagen I, III und IV lassen sich nicht aus dem Text ableiten.
 - (D) Die Aussagen I, II und IV lassen sich nicht aus dem Text ableiten.
 - (E) Alle Aussagen lassen sich nicht aus dem Text ableiten.

4) Welche der nachfolgenden Aussagen lässt bzw. lassen sich aus dem Text ableiten?

- I. Die Energiegewinnung der Zelle (äußere Atmung) erfolgt generell nur aerob, wobei zu diesem Prozess die Glykolyse, der Citratzyklus und die Atmungskette gehören.
 - II. Die Energiegewinnung der Zelle (innere Atmung) erfolgt generell nur aerob, wobei zu diesem Prozess die Glykolyse, der Citratzyklus und die Atmungskette gehören.
 - III. Die Energiegewinnung der Zelle (äußere Atmung) beim Menschen erfolgt nur aerob, wobei zu diesem Prozess die Glykolyse, der Citratzyklus und die Atmungskette gehören.
 - IV. Die Energiegewinnung der Zelle (innere Atmung) beim Menschen erfolgt nur aerob, wobei zu diesem Prozess die Glykolyse, der Citratzyklus und die Atmungskette gehören.
- (A) Nur Aussage I lässt sich ableiten.
 - (B) Nur Aussage II lässt sich ableiten.
 - (C) Nur Aussage III lässt sich ableiten.
 - (D) Nur Aussage IV lässt sich ableiten.
 - (E) Keine der Aussagen I - IV lässt sich ableiten.

5) Die Aufnahme bzw. Abgabe von Hydrogencarbonat beim Kohlendioxidtransport wird mit Hilfe des sogenannten Hamburger-Shiftes geregelt. Welche der folgenden Aussagen sind dem Text zufolge richtig?

- I. Im Bereich der Lunge wandert über den sogenannten Hamburger-Shift ein Hydrogencarbonat-Ion aus dem Blut in die Erythrozyten.
- II. Im Bereich des aktiven Gewebes wandert über den sogenannten Hamburger-Shift ein Hydrogencarbonat-Ion aus dem Blut in die Erythrozyten.
- III. Im Bereich des aktiven Gewebes wandert über den sogenannten Hamburger-Shift ein Chlorid-Ion aus dem Blut in die Erythrozyten.
- IV. Im Bereich der Lunge wandert über den sogenannten Hamburger-Shift ein Chlorid-Ion aus den Erythrozyten ins Blut.

- (A) Die Aussagen I, II und III sind richtig.
- (B) Die Aussagen I, II und IV sind richtig.
- (C) Die Aussagen I, III und IV sind richtig.
- (D) Die Aussagen II, III und IV sind richtig.
- (E) Alle Aussagen I-IV sind richtig.

6) Welcher der nachfolgenden Sachverhalte stimmt nicht mit dem Text überein?

- (A) Die äußere Atmung beschreibt den Gasaustausch zwischen dem umgebenden Medium und der Körperflüssigkeit, die innere Atmung dient der eigentlichen Energiegewinnung der Zelle.
- (B) Die Glykolyse gehört zum Prozess der sogenannten Zellatmung.
- (C) Ausschlaggebend für den Atemreiz ist die Reaktion von Chemorezeptoren auf den Sauerstoff-Gehalt, beziehungsweise den Sauerstoff-Partialdruck des Blutes.
- (D) Die Energiegewinnung bei Säugetieren erfolgt nur aerob.
- (E) Das Atemzentrum liegt im Gehirn in der Medulla oblongata.

