

75 Jahre DAH Matrix: Singulett-Sauerstoff im Fokus

Als besonderes Thema der 75. Jubiläumsausgabe der DAH Matrix Forschungsgesellschaft 2025 betrachten wir Phänomene des Lebens anhand des Singulett-Sauerstoffs (Teil 1)

Jörg Klemm

Sauerstoff ist das chemische Element, das in „Reinform“ vom Körper aufgenommen wird. Zu dem Warum und wie es dadurch möglich ist, „höheres Leben“ zu ermöglichen, gibt es beachtenswerte Phänomene.

Im Folgenden betrachten wir vier physikalisch-chemische Situationen des Sauerstoffs: gasförmig, physikalisch gelöst, angeregt im Singulett-Zustand (1) und in chemischer Bindung.

Vom Luftgas zum lebenswichtigen Molekül

Allgemein bekannt ist, dass Sauerstoff in der Luft vorhanden ist und über die Atmung von uns Menschen aufgenommen wird.

Der Anteil in der Luft beträgt rund 21% (O₂); den größten Anteil mit 78% hat Stickstoff (N₂).

Dann folgen Spurengase und das Gemisch Kohlenstoffdioxid (CO₂), zusammen unter 1%. Das sind Volumenangaben ohne Luftfeuchtigkeit, die sehr unterschiedlich sein kann (1-4 Vol.%). Ohne Wassermoleküle, auch in ihrer besonderen Existenz in der Luft, wäre Leben, so wie wir es erleben, nicht möglich. Stickstoff ist vom Anteil her das Gas, in dem Sauerstoff und die Spurengase gelöst sind. In dieser Luft wiederum ist Wasser als Feuchtigkeit fein verteilt „gelöst“.

Betrachten wir die Phänomene: Sowohl Stickstoff als auch Sauerstoff sind keine Edelgase. Als Luftgase verhalten sie sich jedoch ähnlich: Sie reagieren nicht miteinander und gehen auch mit anderen Gasen keine chemischen Bindungen ein. Kohlenstoffdioxid ist bereits eine Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Es ist relativ schwer im Verhältnis zu den anderen Luftgasen.

Kohlenstoffdioxid sinkt vorwiegend zur Erdoberfläche, wenn es von Tieren und Menschen ausgeatmet wird.

Von Algen und Bakterien wird es im Wasser und Boden aufgenommen und in Pflanzen verstoffwechselt. Dabei wird Sauerstoff aus dieser Bindung „frei“, gelangt in die Luft und kann wieder von uns geatmet werden. Das Kohlenstoffdioxid, das wir ausatmen,

lässt sich im Körper nicht wieder in seine Bestandteile trennen, um den Sauerstoff „zurückzugewinnen“. Das Aufbrechen dieser Bindung erfordert reichlich Energie.

Darum wird dieses „Stoffwechselendprodukt“ ausgeatmet, gleicht so das Volumen des ins Blut gelangten Sauerstoffs in den Alveolen aus und wird dem Naturrecycling übergeben. Zwei lebenswichtigen Phänomenen sind wir bei dieser Betrachtung begegnet: ungebundenem, „freiem“ Sauerstoff und chemisch gebundenem Sauerstoff.

Sauerstofftransport und Energiegewinnung in unseren Zellen

Wir benötigen ihn für die Energieerzeugung und Zellwasserbildung. Dies geschieht innerhalb der Mitochondrien in den meisten unserer Zellen (Erythrozyten und Knorpelzellen bspw. haben keine Mitochondrien). Mitochondrien sind im gegenwärtigen Verständnis „bakterienverwandt“. Sie leben wie eigenbewegliche Einzeller mit eigenem Stoffwechsel, eigener Reproduktion und eigener DNA in unseren Zellen. Darin existieren mehrere Dutzende und in Hochleistungszellen bis zu mehreren Tausend (in Skelettmuskelzellen, Herzmuskelzellen, Gehirn-Nervenzellen 4-10 Tsd./Zelle).

Ursprünglich gingen sie wohl mit ihrer Fähigkeit, Sauerstoff zur Energiegewinnung zu nutzen, eine Symbiose mit größeren Zellen ein. Erst durch diesen Energieerzeugungsgewinn konnten sich mehr- und vielzellige Organismen entwickeln – so die gegenwärtig dominante Annahme.

Wir können unsere Mitochondrien als ein intrazelluläres Mikrobiom verstehen.

Um jedoch von den Mitochondrien aufgenommen zu werden, muss Sauerstoff im Körper transportiert werden, ohne auf diesem Weg eine stabile chemische Bindung einzugehen. Erst in den Mitochondrien wird das „Reaktions-Energie-Potential“ in der Bindungsreaktion mit Wasserstoff als Impuls zur ATP-Erzeugung aus ADP wirksam. ADP (Adenosin-Diphosphat) wird dadurch zu energiereichem ATP (Adenosin-Triphosphat).

Die „Raffinesse“ der Natur bzw. des Lebens für den Transport besteht darin, den gasförmigen Sauerstoff aus der Luft physikalisch in den flüssigen Oberflächenfilm der Lungenbläschen, den sog. Surfactant, zu „lösen“. In physikalischer Lösung ist Gas weder gasförmig als Gasbläschen noch in chemischer Bindung mit anderen Molekülen gebunden. Die Gasmoleküle bewegen sich homogen zwischen den Flüssigkeitsmolekülen.

Vom Tiefseetaucher bis zur Hautatmung

Taucher kennen das Problem beim Abtauchen – zunehmend unterhalb von fünf Metern. Unter Normaldruck löst sich Stickstoff nur schwer im Surfactant und gelangt ins Blut. Durch die erhebliche Druckzunahme in der Tiefe beim Tauchen mit Luft löst sich vermehrt Stickstoff physikalisch im Blut (1 bar Druckzunahme pro 10 m Tiefe).

Taucht der Mensch langsam genug auf, kann er den Stickstoff wieder abatmen.

Steigt er jedoch zu schnell auf, z.B. durch eine Notlage, löst sich Stickstoff aus der physikalischen Lösung und bildet Gasbläschen im Blut, noch bevor er wieder über die Lunge ausgeatmet werden kann. Embolien können so entstehen.

Das Phänomen der physikalischen Lösung, die homogene Molekülverteilung in den Surfactant hinein, geschieht an der Innen/Außen-Grenzfläche des Körpers. Auf den Surfactant wirken die physikalisch-osmotischen Kräfte des Partialdrucks der Sauerstoffkonzentration bei Körpertemperatur und 100% Feuchtigkeit ein. Erst im physikalisch gelösten Zustand ist Sauerstoff membrangängig.

Der weitere Transport durch Zellmembranen der Lungenbläschenzellen (Alveolarzellen) bis in die roten Blutzellen (Erythrozyten) ist eine aktive, körpereigene Leistung. In gleicher Weise, wie aus dem Surfactant, nehmen im Wasser lebende Tiere den im Wasser physikalisch gelösten Sauerstoff auf. Sie benötigen keine Lungen, keinen Surfactant. Durch ihre Kiemen (Äquivalent zu Alveolen) atmen sie ihn aus dem Wasser.

→ Jörg Klemm

geboren 1957, ursprünglich Krankenpfleger, später Heilpraktiker mit eigener Praxis. Seit 1978 beschäftigt mit der Erforschung und Entwicklung von Singulett-Sauerstoff und Singulett-sauerstofferzeugenden Geräten für therapeutische Anwendungen.



Jüngste Entwicklung: Breezy (enaera.com) – ein Gerät zur Raumluftaktivierung für den Einsatz im Alltag.

Kontakt: joergklemm@gmx.eu

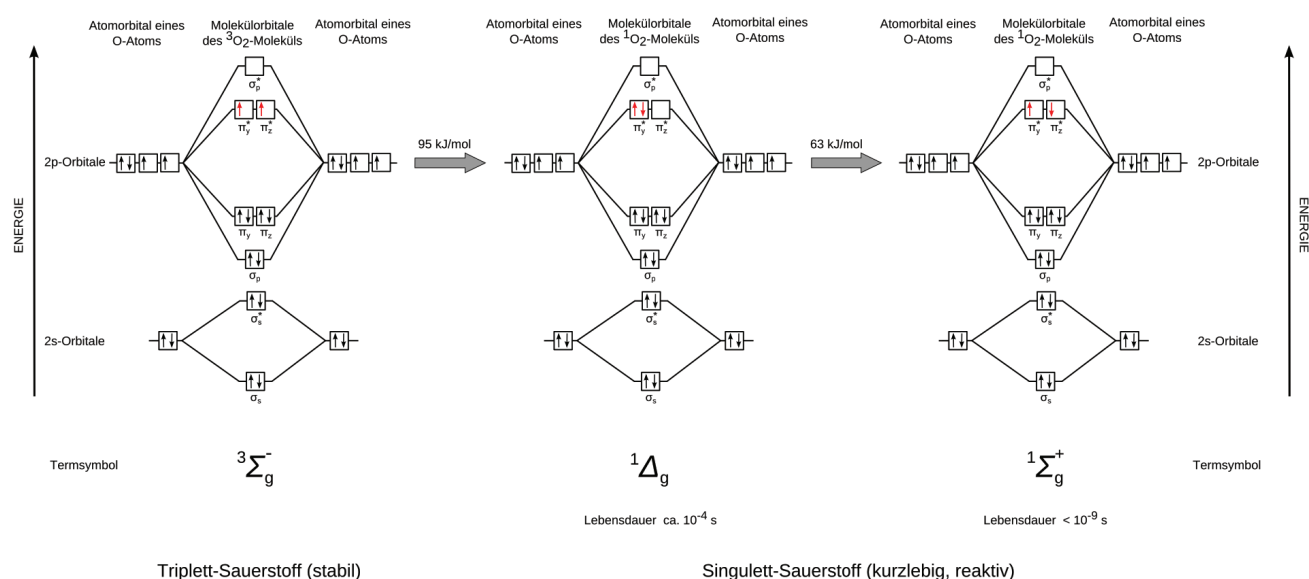
Ausnahme: Säugetiere, die im Wasser leben – sie haben Lungen und müssen zum Atmen auftauchen. Es gibt wenige im Wasser lebende Tiere, die an Land Sauerstoff über ihre Haut aufnehmen können, allerdings nur so lange die Haut nass und mit Schleim überzogen ist, sodass Sauerstoff darin physikalisch gelöst werden kann.

Ein Blick in die Zukunft

Zur Nutzung des Sauerstoffs durch Mitochondrien geschieht eine Änderung in seiner Elektronenkonfiguration, die ihn mit anderen Molekülen reagieren lässt. Dieses Phänomen können wir hier nur sehr kurz andeuten (2) und gehen in Teil 2 dieser Ausführung auf seine Bedeutung für die mitochondriale Sauerstoff-Nutzung näher ein.

Quellen:

- 1 Singulett (=Singlet)-Sauerstoff, $^1\text{O}_2$ (1 Δ_g), ist die biologisch relevante physikalisch angeregte Form des Sauerstoffmoleküls. Im Gegensatz zum Sauerstoff im Grundzustand hat $^1\text{O}_2$ π^* -Elektronen mit antiparallelem Spin; daher sind seine Reaktionen mit anderen Atomen und Molekülen im Grundzustand nicht „spin-verboden“ und laufen mit annehmbaren oder schnellen Raten ab. Erich F. Elstner, Der Sauerstoff: Biochemie, Biologie, Medizin, 1990, BI- Wissenschafts Verlag
- 2 Fachliteraturangaben dazu: siehe Fußnote 1, ausführlichere Informationen oder Schriften dazu können gerne beim Autor angefragt werden.



Grafik der „Elektronen-Spin-Stellung“ (Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sauerstoff>) | Von Muskid - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19679559>