

Sauerstoff - Mythos und Wirklichkeit

von Dr. med. Claus-Martin Muth

Kaum etwas wird beim Tauchen so zwiespältig betrachtet, wie unser wichtigstes Atemgas, der Sauerstoff. Viele Taucher haben mehr als nur Respekt vor diesem Gas, da sie in Ihrer Ausbildung gelernt haben, daß es unter bestimmten Umständen giftig werden könne. Andererseits ist den meisten Tauchern bekannt, daß die Gabe von reinem Sauerstoff die wichtigste Erstmaßnahme beim Tauchunfall darstellt. Und schließlich hören sie von Technical Diving, daß ein Mehr an Sauerstoff im Gasgemisch wohl etwas Gutes sei. Was ist Mythos, was die Wirklichkeit?

Sauerstoff beim Tauchen mit Preßluft:

Seit Beginn der Sporttaucherei steht in allen Lehrbüchern über das Tauchen, daß Sauerstoff ab einem gewissen Druck giftig sei. Dieser Druck werde beim Tauchen mit reinem Sauerstoff bei ca. 7 m erreicht, beim Tauchen mit Preßluft ab etwa 75 m, darum solle diese Tiefe auch nicht überschritten werden. Alle geringeren Tiefen seien dagegen unbedenklich. Stimmt das so?

Zur Erklärung zunächst mal ein Blick auf die Sauerstoffvergiftung, bei der man zwei Zielorgane und zwei Erscheinungsformen unterscheiden kann. Das eine Zielorgan ist die Lunge, denn erhöhte Sauerstoffwerte führen hier zu Veränderungen an den Lungenbläschen. Dieser Effekt ist in der Medizin als sogenannter *Lorrain-Smith-Effekt* bekannt. Diese Schädigung der Lunge tritt auf, wenn ein Sauerstoffteildruck von 0,6 bar über längere Zeit überschritten wird. Es kommt dann zunächst zu einer Verdickung der Wände der Lungenbläschen, Schwellung und Zusammenfallen der Lungenbläschen und einer Ansammlung von Gewebsflüssigkeit. Dadurch wird der Übertritt von Sauerstoff ins Blut so erschwert, das paradoxerweise ein (zuweilen tödlicher) Sauerstoffmangel entsteht. Diese Effekte sind aber sowohl vom Teildruck des Sauerstoffs, als auch von der Einwirkzeit abhängig. Bei einem Sauerstoffteildruck von 1,7 bar dauert es noch 10 bis 15 Stunden, bis es zu ersten noch nicht bleibenden Veränderungen an der Lunge kommt. Jeder Leser ist daher aufgerufen, zu versuchen, die nötigen Dekompressionszeiten zu errechnen, die sich aus einem Tauchgang auf 75 m mit einer Grundzeit von 10 Stunden ergeben.

Das andere, bei einer Sauerstoffvergiftung betroffenen Organ, ist das Gehirn. Kritische Sauerstoffwerte führen hier zu einem generalisierten Krampfanfall, einem epileptischen Anfall sehr ähnlich. Ein solcher Anfall führt unter Wasser unweigerlich zum Ertrinken. Es ist bekannt, daß dieser Effekt, *Paul-Bert-Effekt* genannt, im Wasser und unter körperlicher Belastung sehr viel früher eintreten kann, als zum Beispiel in einer Druckkammer. Als kritischer Wert gilt der schon erwähnte Sauerstoffteildruck von 1,7 bar. Aber auch hier ist der Effekt nicht allein vom Druck, sondern auch wieder von der Einwirkzeit abhängig. So muß bei einem Sauerstoffdruck von 1,7 bar nach 30 bis 40 Minuten mit einem solchen Krampfanfall durchaus gerechnet werden. Da der Leser nicht mit immer neuen Deko-Berechnungen gelangweilt werden soll, sei nun jeder Leser statt dessen einmal aufgefordert, den Luftverbrauch auf 75 m Tiefe und einer Verweildauer von 40 Minuten zu berechnen.

Es bleibt also festzuhalten, daß beim Sporttauchen mögliche giftige Wirkungen des Sauerstoffs keine Rolle spielen, wenn Luft als Atemgas verwendet wird.

Technical Diving:

Doch Vorsicht: der Sachverhalt ändert sich jedoch schlagartig, wenn andere Gasgemische als

Luft verwendet werden, wie dies zum Beispiel beim Technical Diving der Fall ist! Technical Diving soll ua. die Sicherheit beim Tauchen erhöhen. Gemeint ist allerdings die Sicherheit im Hinblick auf einen Dekompressionsunfall, bzw. Tiefenrausch. Erreicht wird dies durch eine Verminderung des Stickstoffs im Atemgasgemisch und, z.B. beim Nitrox, einem Ersetzen durch Sauerstoff. Dadurch steigt allerdings der Sauerstoffteildruck im Atemgemisch. Wird nun noch der Umgebungsdruck erhöht, wie es beim Tauchen ja immer der Fall ist, wird unter Umständen schon in sehr viel geringeren Tiefen der kritische Teildruck des Sauerstoffs von 1,7 bar erreicht, der Krampfanfälle auslösen kann. Wird zum Beispiel das Gemisch 'Nitrox B' verwendet, welches aus 60% Sauerstoff und 40% Stickstoff besteht, so ist das schon bei ca. 20 m Wassertiefe der Fall. Bei Verwendung von reinem Sauerstoff, wie bei Sauerstoffkreislaufgeräten üblich, kann es sogar schon bei ca. 7 m zu einem Sauerstoff bedingten Krampfanfall kommen.

Der Begriff *Safe Air*, der für bestimmte Gasgemische beim Technical Diving gelegentlich gebraucht wird, ist also in diesem Sinne irreführend. Taucher, die mit anderen Atemgasen als Luft Tauchen wollen, sollten daher in jedem Falle eine entsprechende Ausbildung bei einer entsprechend anerkannten Organisation absolvieren.

Hier ist ein gewisser Respekt vor den unerwünschten Wirkungen des Sauerstoffs durchaus angebracht.

Sauerstoff in der Notfallmedizin und beim Tauchunfall:

In der Notfallmedizin ist es ähnlich, wie beim Tauchen. Grundsätzlich wird Sauerstoff als etwas Gutes, Wichtiges angesehen, dennoch werden die Nebenwirkungen gefürchtet. Vielfach bekommen Taucher, die einen Erste Hilfe Kurs absolvieren, vom Ausbilder sogar gesagt, daß Sauerstoff ein Medikament sei und als solches gar nicht vom Laien eingesetzt werden dürfe. Und wenn, dann auf gar keinen Fall zu 100%. Andererseits werden die Instrukturen von DAN zu Recht nicht müde, möglichst vielen Tauchern zu erklären, wie wichtig die Gabe von 100% Sauerstoff beim Tauchunfall sei. Was ist nun wahr?

Zunächst muß sicher zwischen Tauchunfällen und sonstigen Notfällen unterschieden werden. Bei typischen Notfällen reicht es tatsächlich häufig (aber auch hier nicht immer!), dem Patienten nur Sauerstoff angereicherte Luft anzubieten. Außerdem gibt es Menschen, bei denen das Atemzentrum nicht mehr auf die CO₂-Spiegel im Blut reagiert, sondern auf Sauerstoffmangel. Wird dieser beseitigt, kann es zu einer Unterdrückung des Atemreizes kommen. Bei Patienten mit langjährigem starkem Asthma ist das z.B. der Fall. Bei einem Asthma-Anfall kann jedoch die Atemnot so stark ausgeprägt sein, daß die Erstickung droht. Dann muß selbstverständlich neben entsprechenden Medikamenten auch in so einem Fall Sauerstoff hoch dosiert gegeben werden.

Fallbeschreibung: ein Notarzt kommt zu einem Patienten, der wegen eines Asthma-Anfalls in höchster Erregung mit dunkelblau verfärbten Lippen verzweifelt nach Luft ringt. Neben dem Patienten stehen, ebenfalls in höchster Erregung, zwei Rettungsassistenten. Sie haben Sauerstoff dabei, ihn aber nicht dem Patienten gegeben. Auf die unwirsche Frage des Notarztes, warum nicht, kommt die prompte Antwort: das sei in diesem Fall nicht zulässig, weil der Patient dann mit dem Atmen aufhöre. Ungeachtet dieses Einwandes gibt der Notarzt dem Patienten außer den entsprechenden Medikamente auch Sauerstoff hochkonzentriert. Nach kurzer Zeit wird die Gesichtsfarbe rosig, der Patient ruhiger. Der Notarzt assistiert die Atmung des Patienten mit dem Beatmungsbeutel, so wird der Patient ins Krankenhaus gebracht.

Was das mit Tauchen zu tun hat? Im Prinzip nichts. Ebenso, wie die Einwände von nicht mit der Tauchmedizin vertrauten Erste-Hilfe Ausbildern. Dennoch kommt es immer wieder vor, daß verunsicherte Tauchlehrer und Tauchpartner davor zurückschrecken, verunfallten Tauchern

umgehend Sauerstoff anzubieten. Gelegentlich kommt es sogar zu einem für den Betroffenen fatalen Kompetenzgerangel:

Ägypten, Rotes Meer 1995. Während einer Tauchkreuzfahrt kommt es zu einem tragischen Ereignis: unmittelbar nach einem Tauchgang bricht einer der Tauchgäste mit einer halbseitigen Lähmung zusammen. Die Tauchlehrerin denkt an einen Lungenriß und will umgehend Sauerstoff geben. Ein zufällig als Tauchgast anwesender Arzt hält sie jedoch davon ab, weil es sich seiner Meinung nach um einen Schlaganfall handele und daher kein Sauerstoff gegeben werden dürfe (was, nebenbei bemerkt, nicht richtig ist). Einwände läßt er nicht gelten und verweist auf seine höhere Kompetenz als Arzt. Der Betroffenen kommt nach einigen Stunden in ein ägyptisches Krankenhaus, die Lähmung bildet sich nur sehr unvollständig zurück.

Bei einem schweren Tauchunfall (und besonders auch beim Beinahe-Ertrinken) ist die Gabe von Sauerstoff die wichtigste und vordringlichste Erste-Hilfe-Maßnahme, die möglichst ohne zeitliche Verzögerung durchgeführt werden soll. Wichtig ist, daß der Sauerstoff möglichst immer zu 100% gegeben werden sollte, selbst dann, wenn dadurch die Versorgung mit Sauerstoff nicht bis zum Eintreffen in einer Druckkammer gewährleistet ist. Diese Maßnahme ist sogar effektiver, als die bis vor einigen Jahren übliche Notfallbehandlung in einer Ein-Personen-Druckkammer mit Druckluft. Durch die Gabe von 100% Sauerstoff kommt es zu einer Verkleinerung der bei einem Tauchunfall entstandenen Gasblasen und zu einer (zumindest grenzwertigen) Versorgung des durch die Gasblasen abgeschlossenen Gewebes. Außerdem wird die Abgabe des Stickstoffs beschleunigt. Diese Effekte kommen bei einer nur mit Sauerstoff angereicherten Luft nicht zum Tragen. Daher ist es auch nicht sinnvoll, dem Verunfallten z.B. ein Gemisch aus 50% Sauerstoff und 50% Luft anzubieten, um den Sauerstoffvorrat zu schonen. Die Angst vor Nebenwirkungen des Sauerstoffs ist in solchen Fällen völlig unbegründet, denn es sind keine negativen Auswirkungen zu erwarten. Im Gegenteil: durch ein zu zögerliches Verhalten kann es eher zu bleibenden Schäden kommen.

Die Tauchmediziner weltweit raten daher sogar, daß, wenn nur geringste Symptome oder Zweifel bestehen, vorbeugend Sauerstoff geatmet werden sollte. Aus Norwegen kommt sogar der Vorschlag einer 'Oxy-Bar' auf Tauchschiffen: nach tiefen Tauchgängen sollten die Taucher vorsorglich über eine halbe Stunde Sauerstoff atmen. Allgemein ist jedoch zu beobachten, daß von den Tauchern selbst der Sauerstoff viel zu zögerlich angewendet wird.

Fazit: beim normalen Gerätetauchen ist mit negativen Auswirkungen des Sauerstoffs nicht zu rechnen. Im Gegenteil: bei Dekompressionsproblemen und beim Ertrinken stellt die Gabe von reinem Sauerstoff ohne wenn und aber die wichtigste Erstmaßnahme dar.

Bei Verwendung anderer Gasgemische als Luft zum Tauchen müssen die Anwender jedoch die giftigen Wirkungen des Sauerstoffs kennen und bei ihrer Tauchgangsplanung berücksichtigen.

Urheberschutz: Copyright [Dr. med. Claus-Martin Muth](#). Nur zur privaten Nutzung.
Jede, auch auszugsweise Veröffentlichung oder Weiterverwendung außer zu privaten Zwecken nur mit Genehmigung des Autors