

## Gefahren beim Tauchen durch Kohlendioxyd (CO<sub>2</sub>)

*Dr. med. Claus-Martin Muth*

### Hyperventilation Der Schwimmbad - Blackout Flachwasserbewußtlosigkeit

#### **Hyperventilation**

Die Steuerung der Atmung ist ein sehr komplexer Vorgang, der sich nach den tatsächlichen Bedürfnissen des Körpers richtet. Ist es durch vermehrte Muskelarbeit zu einem vermehrten Anfall von CO<sub>2</sub> und sauren Stoffwechselprodukten (z.B. Milchsäure) gekommen, so ist die Atmung unwillkürlich vertieft und beschleunigt. Der Grund ist also ein zuviel an CO<sub>2</sub>, das Ziel eine Normalisierung der Werte im Blut. Viele Taucher atmen jedoch, ohne daß ein gesteigerter Atemreiz besteht, vor dem Abtauchen mehrmals tief ein und aus. Sie tun dies in der irrigen Annahme, daß es auf diese Weise gelänge, mehr Sauerstoff im Blut zu speichern. Dies ist jedoch nicht der Fall: bei Lungengesunden beträgt die Sauerstoffsättigung des Blutes im Normalfall schon ca. 98%. Selbst durch intensivstes Atmen erhöht sich die Sauerstoffsättigung des Blutes daher nur unwesentlich. Durch eine bewußte Vertiefung der Atmung kommt es jedoch zu einer vermehrten Abgabe von CO<sub>2</sub>, also einem im Verhältnis zum tatsächlichen Bedarf "Überatmen". Medizinisch bezeichnet man das als Hyperventilation. Durch Hyperventilation und die damit verbundene vermehrte CO<sub>2</sub> Abgabe kommt es im Körper zu weiteren ungünstigen Veränderungen.

Ein Effekt der Hyperventilation ist tatsächlich die Verlängerung der Apnoezeit, also der Zeit, in der willentlich die Luft angehalten werden kann. Dies erklärt sich aus der Absenkung des CO<sub>2</sub> Gehaltes des Blutes und der dadurch verlängerten Zeit, bis genügend CO<sub>2</sub> gebildet wurde, um den Atemreiz zu geben. Durch die gleichzeitige Verschiebung des pH-Wertes und die dadurch vermehrte Abnahme von Calcium-Ionen in der Blutflüssigkeit kommt es jedoch zu Mißempfindungen, wie Kribbel-Gefühle um den Mund und an den Händen sowie in schweren Fällen zu einer Verkrampfung aller Muskeln: es resultiert das typische Bild der "Pfötchenstellung". Durch die gleichzeitig verminderte Durchblutung des Gehirns (durch Blutdruckabfall, Gefäßengstellung und erschwerte Sauerstoffabgabe des Hämoglobins kann im Hirn ein Sauerstoffmangel auch an Land schon zur Bewußtlosigkeit führen. Die Behauptung, daß durch bewußte Mehratmung auch das Blut wesentlich sauerstoffreicher wird, trifft also nicht zu. Im Gegenteil: schon an Land kommt es zu gefährlichen Nebenwirkungen.

[Seitenanfang](#)

#### **Der Schwimmbad - Blackout**

Kommt es beim Streckentauchen oder bei Zeittauchversuchen zu einer Bewußtlosigkeit des Tauchers, ist das Vorliegen des sogenannten Schwimmbad -Blackouts sehr wahrscheinlich. Trotz der Bezeichnung ist die Lokalität des Ereignisses ohne Belang, sie dient nur zur Unterscheidung von dem bei Tieftauchversuchen zugrunde liegenden, etwas anderen Mechanismus.

Bei Weittauchversuchen wird unter Wasser mittels Muskelkraft eine bestimmte Strecke zurückgelegt. Dabei wird durch die Muskeltätigkeit vermehrt Sauerstoff verbraucht, CO<sub>2</sub> vermehrt produziert. So kommt es im Normalfall zu einem Atemreiz, bevor die kritische Sauerstoffschwelle, bei der es zur [Hypoxie](#) kommt, unterschritten wird. Wurde jedoch vor dem Tauchversuch hyperventiliert und dadurch, wie beschrieben, der CO<sub>2</sub> -Wert gesenkt, dauert es entsprechend länger, bis ein Atemreiz erfolgt. Daher kann es zu einem Sauerstoffmangel kommen, der den Taucher das Bewußtsein relativ plötzlich verlieren läßt.

Die CO<sub>2</sub>-Produktion des Körpers geht jedoch aufgrund von Stoffwechselfvorgängen weiter, so daß zu einem gegebenen Zeitpunkt wieder genug CO<sub>2</sub> im Blut ist, um das Atemzentrum zu stimulieren. Daraus resultiert ein Einatemreflex, der unter Wasser zum Einatmen von Wasser und somit zum Ertrinken führt. So kommt es bei nicht rechtzeitigem Erkennen durch Trainingspartner oder Übungsleiter fast zwangsläufig zur Aspiration von Wasser in die Lunge.

Darum ist beim Strecken- und beim Zeittauchen immer darauf zu bestehen, daß nie hyperventiliert wird und jeder Übende von einem Partner am Beckenrand überwacht wird. Tritt dennoch ein Schwimmbad-Blackout auf, so ist der Betroffene sofort an den Beckenrand zu holen und bei Atemstillstand mit der Wiederbelebung zu beginnen.

[Seitenanfang](#)

### **Flachwasserbewußtlosigkeit**

Im Gegensatz zu oben genanntem tritt die **Flachwasserbewußtlosigkeit** in scheinbarem Widerspruch zu ihrem Namen bei **Tieftauchversuchen** in Apnoe (d.h. mit angehaltener Luft) auf. Im negativen Sinne begünstigend wirkt auch hierbei eine vorhergehende Hyperventilation, doch ist ein Auftreten grundsätzlich auch ohne Hyperventilation möglich.

Der [Pathomechanismus](#) (= *Mechanismus, der zur Schädigung führt*), ist folgender:

Beim Abtauchen ohne Gerät werden der Brustkorb und somit auch die Lunge komprimiert, was eine Erhöhung der Partialdrücke der Atemgase zur Folge hat. Es kommt zu einem verstärktem Übertritt von z.B. Sauerstoff ins Blut, der, wie gewöhnlich, zu den Geweben transportiert und dort verbraucht wird. Ein verstärkter Verbrauch findet u.a. in der arbeitenden Muskulatur durch z.B. kräftigen Flossenschlag statt. Zu einer [Hypoxie](#) kommt es unter diesen Bedingungen in der Tiefe nicht, da der Sauerstoffpartialdruck erhöht ist, also quasi eine "Luxusversorgung" vorgegaukelt wird.

Irgendwann zwingt der durch CO<sub>2</sub>-Anstieg stärker werdende Atemreiz zum Auftauchen. Hierbei fallen die Partialdrücke der Atemgase in der Lunge rasch ab. Besonders der Abfall des Sauerstoff-Partialdruckes ist dramatisch, weil von diesem Gas reichlich verbraucht wurde.

Kurz vor oder unmittelbar nach Erreichen der Oberfläche kann der Sauerstoffpartialdruck dann so niedrig werden, daß die Sauerstoffversorgung des Gehirns nicht mehr ausreichend ist. In der Folge verliert der Taucher das Bewußtsein und kann dadurch ohnmächtig wieder absinken. Auch hierbei kommt es durch das mittlerweile reichlich vorhandene CO<sub>2</sub> zu einem starken Atemreiz und in der Folge zur Wasseraspilation und Tod durch Ertrinken.

Während es bei Tieftauchversuchen ohne vorherige Hyperventilation in der Regel nicht zu einem Erreichen kritischer Bereiche kommt (aber durchaus kommen kann!), so daß die

Oberfläche verhältnismäßig sicher erreicht wird, potenziert sich die Gefährdung bei Hyperventilation aus den genannten Gründen um ein Vielfaches.

Aus diesem Grunde ist es unabdingbar, daß bei Tieftauchversuchen mindestens ein Tauchpartner den freitauchenden Taucher beobachtet und somit sichert. Diese Beobachtung muß den Zeitraum unmittelbar nach dem Auftauchen einschließen!

[Seitenanfang](#)

---

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