# Verunreinigungen im Atemgas vermeiden

Unfälle aufgrund von schlechtem Atemgas – sei es nun Luft, Nitrox, Trimix oder eine andere Mischung – sind selten, kommen aber vor. Die Auswirkungen auf den Taucher unterscheiden sich je nachdem welcher Schadstoff eingeatmet wurde. Zu den schwersten Symptomen beim Atmen von verunreinigtem Gas gehören Beeinträchtigung des Urteilsvermögens und Bewusstlosigkeit, wobei beides unter Wasser tödlich sein kann.

Quellen der Verunreinigung können Kohlenwasserstoffe aus Kompressorschmieröl, Kohlenmonoxid (CO) aus Motorabgasen (oder überhitztem Kompressoröl) und Verunreinigungen durch Methan und Kohlendioxid ($CO_2$) aus der Umgebung sein. Auch Staubpartikel im Atemgas können gefährlich sein, denn sie können die Funktion der Atemwege beeinträchtigen oder auch die Tauchausrüstung beschädigen. Übermäßige Feuchtigkeit kann bei Tauchflaschen und anderen Tauchausrüstungsgegenständen zu Korrosion führen und adiabatische Abkühlung (Wärmeverlust nach Zunahme des Gasvolumens) kann Atemreglern einfrieren.

| Schadstoff | Anzeichen und Symptome |
|---|---|
| Kohlenmonoxid (CO) | Kopfschmerzen, Schwindel, Schwäche, Übelkeit, Erbrechen, Atemnot, eingeschränkte Urteilsfähigkeit, Verwirrung, Bewusstlosigkeit, möglicherweise Tod |
| Kohlenstoffdioxid ($CO_2$) | Hyperventilation, Schwindel, Verwirrung, Bewusstlosigkeit |
| Flüchtige Kohlenwasserstoffe | Erschöpfung, Kopfschmerzen, Verwirrung, eingeschränkte Urteilsfähigkeit, Taubheit, Herzrhythmusstörungen, Bewusstlosigkeit |
| Öl (kondensiert) | Kopfschmerzen, Übelkeit, eingeschränkte Funktion der Atemwege |
| Staub (Partikel) | Eingeschränkte Funktion der Atemwege |
| Methan | Ersticken aufgrund einer Verdünnungshypoxie |

**Empfehlungen für die Bedienung von Kompressoren**

Wer einen Kompressor bedient kann auf verschiedene Art und Weise dabei helfen, eine Gasverunreinigung zu vermeiden und das Risiko von Tauchunfällen zu reduzieren.

*Sorgfältige Kompressorwartung* Richtige Kompressorwartung hilft dabei, sowohl die Qualität des Atemgases sicherzustellen als auch die Lebensdauer des Kompressors zu verlängern. Atemgasverunreinigungen sind bei gut gewarteten und richtig funktionierenden Kompressoren weniger wahrscheinlich.Wenn die Wartung vernachlässigt wird und der Kompressor überhitzt, kann das Schmieröl zerfallen und CO und andere giftige Nebenprodukte werden produziert.

*Effektive Verfahren*. Eine Befüllungs-Checkliste kann dabei helfen, dass beim Befüllen der Flaschen die Sicherheitsverfahren eingehalten werden. Vor dem Befüllen der Flaschen sollte der Bediener des Kompressors dessen Filter auf Schäden untersuchen und feststellen, ob Verunreinigungen wie Zigarettenrauch, Farbdämpfe oder Motorabgase in der Umgebungsluft des Einlasses auftreten. Wenn der Kompressorbediener nach Beginn des Befüllens irgendwelche chemischen oder öligen Gerüche bemerkt, sollte er den Kompressor sofort abschalten. Zu den weiteren nützlichen Strategien zur Reduzierung des Risikos einer Gasverunreinigung gehört es auch, über Luftbefüllungen und Wartung Buch zu führen, dafür zu sorgen, dass die Ausbildung des Bedieners auf dem neusten Stand ist, sauberes Öl und saubere Filter zu verwenden und den Raum, in dem die Flaschen befüllt werden, sauber und ordentlich zu halten.

*Kontrolle der Luftqualität* Wenn ein Taucher absteigt und der Umgebungsdruck zunimmt, nimmt auch die Menge der eingeatmeten gasförmigen Verunreinigungen zu. Das erklärt, warum verunreinigtes Gas, das an der Oberfläche nicht giftig ist, in der Tiefe giftig wird. Atemgas muss regelmäßig und kontinuierlich auf verschiedene Schadstoffe getestet werden, damit die an das Tauchen angepassten Schadstoffgrenzen eingehalten werden.

Die Einhaltung von Atemgas-Qualitätsstandards wird nicht strikt eingefordert und die Hauptverantwortung zur Durchführung von Tests liegt beim Bediener des Kompressors. Verschiedene, unterschiedlich teure und mehr oder weniger komplexe Test-Methoden stehen den Kompressor-Bedienern dabei zur Verfügung. Zu den Hilfsmitteln zur kontinuierlichen CO-Überwachung gehören z.B. elektrochemische Sensoren mit Farbindikator. Ebenso gibt es Instrumente, die kontinuierlich das Feuchtigkeitsniveau messen. Bediener können vor Ort Analysen durchführen, indem sie typische Indikatorröhrchen verwenden oder sie können Atemgasproben zur Analyse des Sauerstoff-, CO-, $CO_2$-, Feuchtigkeits-, Öl/Kohlenwasserstoff- und sogar des Feinstaubgehalts an ein akkreditiertes Labor schicken. Es empfiehlt sich dies jedes Quartal einmal zu tun.

**Anforderungen an die Luftqualität beim Sporttauchen**

| **Schadstoff** | **Maximalniveau** |
|---|---|
| Sauerstoff | 20-22% |
| Kohlenstoffdioxid | 500 $ppm_v$ |
| Kohlenmonoxid | 10 $ppm_v$ |
| Gesamt Kohlenwasserstoff, einschließlich Methan | 25 $ppm_v$ |
| Öl/Partikel | 0.5 $mg/m^3$ |

| | |
|---|---|
| Wasserdampf<br>– bis zu 20 Mpa<br>– bis zu 30 MPa | <br>62 $ppm_v$<br>31 $ppm_v$ |
| Unzulässige Gerüche | No odour |

Quelle: EN 12021*: Compressed Gas Association (CGA) Grade E, National Fire Protection Association (NFPA) 1500, American National Standards Institute (ANSI/CGA G-7.1'97)

**(BS) EN 12021:1999. Respiratory protective devices – Compressed air for breathing apparatus. European Committee for Standardisation (CEN), Belgium, 1999.*

**Empfehlungen an Taucher**

*Frag nach und sei aufmerksam.* Wenn Du Dir bezüglich der Luftqualität bei einer Füllstation nicht sicher bist, dann stell Fragen zur Kompressorwartung, zum Prozedere und zu den Tests. Frag nach, ob der Kompressor-Bediener das Gas auf CO kontrolliert und wie oft Proben zur Analyse ins Labor geschickt werden. Halte nach ausgehängten Atemgas-Analyseberichten Ausschau und stell fest, ob der Befüllungsraum sauber, ordentlich und gut durchlüftet ist. Schau Dir an wie weit der Kompressoreinlass von Abgasquellen entfernt ist und schau nach, ob der Kompressor einen Stundenzähler hat, den man im Rahmen der regelmäßigen Wartung überprüfen kann.

*Kontrolliere vor dem Tauchen immer das Atemgas*. Wenn Dein Atemgas ungewöhnlich riecht oder schmeckt, dann tauche nicht damit – das ist ein Warnsignal für Verunreinigungen durch Öl oder Verbrennungsabgase. Vergiss aber nicht, dass nicht alle Verunreinigungen auf diese Weise erkannt werden können. CO ist zum Beispiel geruch- und geschmacklos. Elektronische CO-Messgeräte wie das DE-OX® SAFE können zur Feststellung von CO im Atemgas verwendet werden. Taucher sollten zur Vermeidung einer Sauerstofftoxizität immer mit Sauerstoffanalysegeräten das Sauerstoffniveau in einer Nitrox-Mischung messen.

**Die Verunreinigung bestätigen**

Es ist schwierig nur aufgrund von Symptomen festzustellen, ob eine Atemgasverunreinigung die Ursache eines Unfalls ist, da die Symptome oft anderen Krankheiten ähneln, die mit dem Tauchen in Zusammenhang stehen können oder auch nicht. Wenn ein Taucher vermutet, dass er schlechtem Atemgas ausgesetzt war, sollte er sich ärztlich untersuchen und das Gas testen lassen. Um festzustellen, ob die Symptome eines Tauchers mit einer Gasverunreinigung in Zusammenhang stehen, kann es außerdem hilfreich sein, den Gesundheitszustand der anderen Taucher zu beobachten, deren Flaschen an derselben Füllstation befüllt wurden.

---

DAN Europe startete 2014 die Sicherheitskampagne zur Verbesserung der Luftqualität.

Ohne die Pressluftflaschen mit denen wir unter Wasser atmen können, könnten nicht wir uns nicht an der wunderbaren Unterwasserwelt erfreuen. Das ist aber kein Grund Deinem Atemgas blind zu vertrauen. Es gibt verschiedene Verunreinigungen, die dieses Unterwasser-Lebenserhaltungssystem in reines Gift

verwandeln können. Der Slogan "Safety is in the air" soll Taucher für das Risiko von Atemgasverunreinigungen sensibilisieren.

Mehr zu dieser und zu anderen DAN Europe-Sicherheitskampagnen findest Du auf www.daneurope.org

Mach mit bei der Kampagne -auf der Facebook-Seite von DAN Europe

Werde zum Follower der Kampagne auf Twitter: #breathinggasquality #divingsafety