



SAUERSTOFF- MANGEL

Nr. 35, Februar 2018

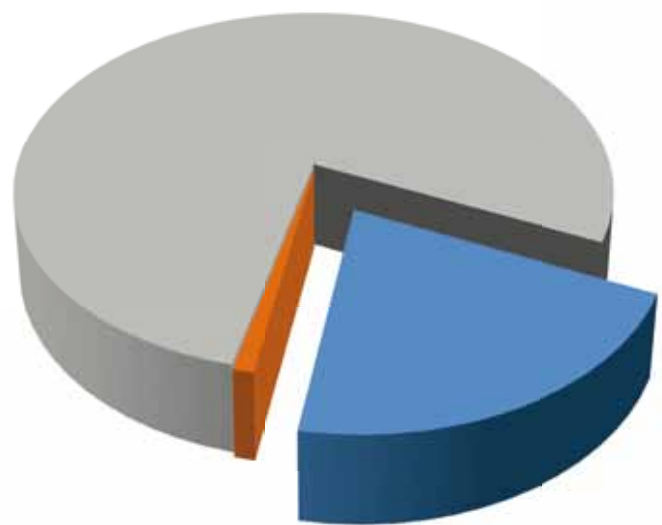
Unter Sauerstoffmangel (Hypoxie) versteht man die ungenügende Versorgung des menschlichen Organismus mit Sauerstoff. Wer über die Alpen fliegt oder mit einem leistungsstarken Flugzeug ohne Druckkabine weitaus größere Flughöhen wählt, muss sich der Gefahren, die durch Sauerstoffmangel in der Höhe entstehen, bewusst sein.

Es gibt gesetzliche Regelungen, die eine zusätzliche Sauerstoffversorgung ab 10.000 ft Flughöhe vorschreiben. Vorfälle und auch Unfälle in der Allgemeinen Luftfahrt zeigen, dass diese Regelungen nicht immer beachtet werden oder dass falsche Handhabung oder Fehlfunktionen der Sauerstoffgeräte zu Sauerstoffmangel führen können.

Wer in großen Höhen fliegt, sollte sich mit den möglichen Auswirkungen von Sauerstoffmangel auseinandersetzen, insbesondere mit den Anzeichen für beginnenden Sauerstoffmangel, und vor allem die Funktion und Anwendung der Sauerstoffzusatzversorgung an Bord genauestens kennen.

ZUSAMMENSETZUNG DER LUFT

Die atmosphärische Luft besteht aus 78% Stickstoff (N_2) und 21% Sauerstoff (O_2) sowie aus etwa 1% anderen Gasen, wie Argon, Helium, Neon, Krypton, Xenon, Kohlendioxid, Methan, Wasserstoff, Stickstoffmonoxid und Kohlenmonoxid. Diese prozentuale Zusammensetzung ändert sich auch nicht bei zunehmender Höhe, da Luftbewegungen eine Entmischung der Gase nach ihrer Schwere mit steigender Höhe verhindern.



■ Stickstoff 78% ■ Sauerstoff 21% ■ Restgase 1%

Zusammensetzung der Luft

FUNKTION VON SAUERSTOFF IM MENSCHLICHEN KÖRPER

Jede zu leistende Funktion unseres Körpers ist mit einem Energieaufwand verbunden, d.h. dem Körper muss ständig Energie zugeführt werden. Diese Energie wird beim Stoffwechselprozess den aufgenommenen Nährstoffen entnommen. Dies geschieht hauptsächlich durch Verbrennung (Oxidation) der Nahrungsbestandteile in den menschlichen Zellen, die dadurch bis zu nicht mehr oxidierbaren Endprodukten abgebaut werden. Ohne Sauerstoff kann diese Verbrennung nicht stattfinden. Daher ist eine kontinuierliche Zufuhr von Atemluft mit ausreichendem Sauerstoffgehalt erforderlich. Übrigens, in Ruhe, also ohne zusätzliche Anstrengung, führt ein erwachsener Mensch etwa 16 Atemzüge pro Minute aus und atmet dabei rund 8 Liter Luft ein.

Ohne Sauerstoff kann der menschliche Organismus nicht existieren. Deshalb müssen wir ununterbrochen Luft einatmen, in welcher sich der Sauerstoff befindet. Nur wenn sämtliche Körperzellen jederzeit ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden, bleiben sie gesund, können die vom Körper benötigte Energie produzieren und sich regelmäßig erneuern. Ist die Sauerstoffzufuhr nicht ausreichend, so kommt es zu Mangelerscheinungen. Insbesondere das zentrale Nervensystem hat einen hohen Sauerstoffbedarf. Körperliche Anstrengungen und geistige Aktivität führen zu einem Mehrbedarf.

Wenn man einatmet, strömt die Luft durch Mund und Nase und über die Luftröhre zur Lunge. Dort wird der Sauerstoff aus der Luft in das Blut aufgenommen. Über den Blutkreislauf wird der Sauerstoff dann zu den Zellen transportiert, an die er dann weitergegeben wird und der Verbrennung der Nährstoffe dient. Dabei wird Kohlendioxid (CO_2) frei, das an das Blut abgegeben, zur Lunge transportiert und dort ausgeatmet wird.

Für die Atmung und damit für den Transport des Sauerstoffs zu den Körperzellen von besonderer Bedeutung sind die Gas(teil-)drücke, die sich z. B. mit abnehmendem Luftdruck (in zunehmender Höhe) ändern.

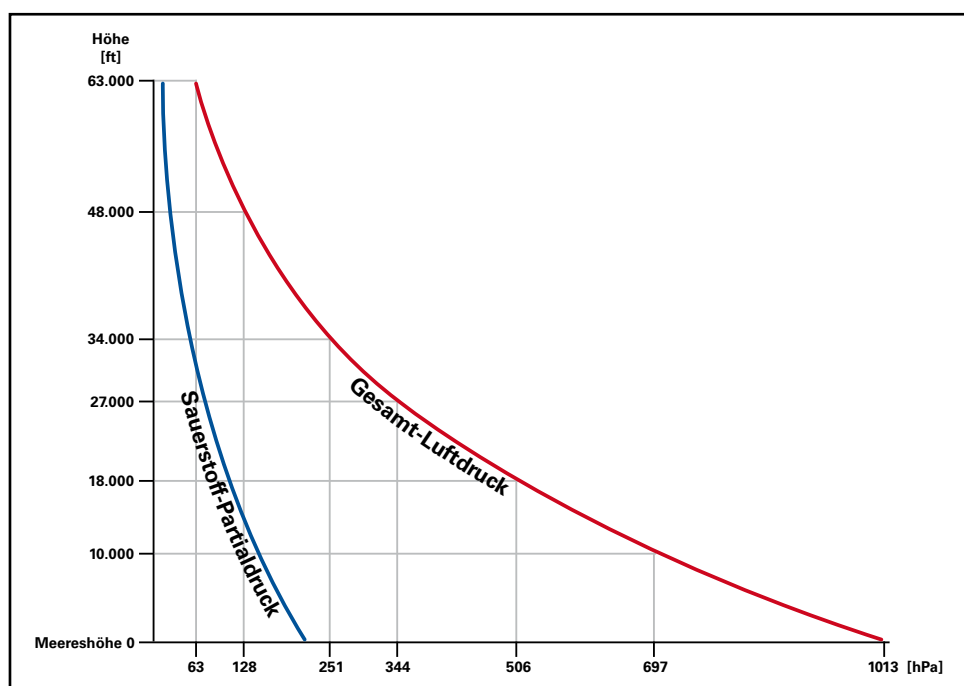
VERÄNDERUNG DER SAUERSTOFF-ZUFUHR MIT DER HÖHE

Die atmosphärische Luft (Atemluft) hat unter Standardbedingungen in Meereshöhe einen Gesamtdruck von 1013 hPa. In einem Gasgemisch, wie es die Luft ist, entfällt auf jedes einzelne Gas von dem Gesamtdruck der Teildruck, der dem Volumenverhältnis entspricht. Die Teildrücke, Partialdrücke genannt, der einzelnen Gase ergeben sich somit aus den Volumenprozenten für die Luftzusammensetzung.

Entsprechend dem Volumenanteil von 21% ergibt sich für den Sauerstoff in der Luft ein Partialdruck in Meereshöhe von 213 hPa (21% von 1013 hPa). Dieser Partialdruck ist entscheidend für das Bindungsvermögen des Sauerstoffs im Hämoglobin des Blutes.

Auf dem Weg zur Lunge wird die Luft auf die Körpertemperatur von 37°C erwärmt und vollständig mit Wasserdampf gesättigt. Deshalb weist die „Inspirationsluft“ nur noch einen Sauerstoffdruck von 200 hPa auf. Da vom Lungenraum bzw. von den Lungenbläschen (Alveolen) aus der Sauerstoff zu einem Teil in das Blut hineingeht und das Kohlendioxid dort bis auf einen bestimmten Wert das Blut verlässt, beträgt der sogenannte alveolare Sauerstoffdruck schließlich nur noch 137 hPa entsprechend einem Volumenanteil von 13,5%.

Dieses Druckgefälle ist die treibende Kraft für den Transport der Atemgase, und die Partialdrücke der Atemgase sind für das Bindungsvermögen im Blut maßgebend. Wird das Sauerstoffdruckgefälle in irgend-



Druckabnahme mit der Höhe

einer Weise gestört, so wird gleichzeitig die Sauerstoffversorgung der Zellen und dadurch auch die lebenswichtige Energiegewinnung des Organismus beeinflusst. In Meereshöhe ist unser Blut fast vollständig mit Sauerstoff gesättigt. Mit zunehmender Höhe sinkt der Luftdruck, der Sauerstoffpartialdruck wird geringer, und die sogenannte Steilheit des Sauerstoffdruckgefälles nimmt ab. Dadurch wird das Bindungsvermögen des Sauerstoffs an das Hämoglobin verringert, folglich geht die Sauerstoffsättigung des Blutes zurück und es kommt zu Sauerstoffmangel. Diese Art des Sauerstoffmangels (Hypoxie), hervorgerufen durch die Abnahme des Partialdruckes wird in der Fachsprache „hypoxische Hypoxie“ genannt.

Beträgt der alveolare Sauerstoffpartialdruck in Meereshöhe 137 hPa und ist damit ausreichend für die vollständige Versorgung des menschlichen Körpers mit Sauerstoff, so nimmt er in 10.000 ft Höhe auf bereits 81 hPa ab. In 18.000 ft beträgt der Sauerstoffpartialdruck nur noch 50 hPa und ist damit annähernd so hoch, wie er in Meereshöhe in der Zelle selbst ist. Somit ist das Sauerstoffdruckgefälle zwischen Lunge und Blut bereits aufgehoben, wenn der Körper den Sauerstoffmangel nicht durch Kompensationsmaßnahmen (z. B. erhöhte Atemfrequenz) auszugleichen im Stande wäre. In einer Höhe von 25.000 ft ist das Sauerstoffdruckgefälle dann trotz kompensatorischer Maßnahmen endgültig aufgehoben und der Sauerstoffmangel hat seine kritische Schwelle erreicht.

STADIEN VON SAUERSTOFFMANGEL

Beim Aufstieg in die Höhe verhält sich der menschliche Organismus gegenüber beginnenden Sauerstoffmangel bis ca. 5.000 ft indifferent, d.h. er zeigt keine Reaktion auf die leichte Sauerstoffunterversorgung. Trotz des fallenden Sauerstoffpartialdrucks in der Atem- und Lungenluft tritt hier nur eine geringfügige Senkung der Sauerstoffsättigung des Blutes auf.

Die einzige objektive nachweisbare Störung, die sich schon bei ca. 5.000 ft einstellen kann, ist eine Verschlechterung des Nachtsehvermögens aufgrund der hochgradigen Empfindlichkeit der Netzhautstäbchen gegenüber schon leichtem Sauerstoffmangel.

Bei Erreichen einer Höhe von etwa 6.000 bis 7.000 ft Höhe (**Reaktionsschwelle**) reagiert der Körper dann auf den Sauerstoffmangel mit ersten Kompensationsmaßnahmen, die sich vor allem in einer Vertiefung der Herzfrequenz und Beschleunigung der Atmung zeigen. Durch die im Körper ablaufenden Kompensations-

maßnahmen wird der Sauerstoffmangel bis zu Höhen von etwa 10.000 bis 12.000 ft voll ausgeglichen. Dies gilt allerdings nur für den gesunden Menschen. Krankheiten (dazu zählt schon eine Erkältung) oder Alkohol im Blut schwächen den Körper und verringern die Kompensationsfähigkeit.

Nach Angaben im „Kompendium der Flugmedizin“ des flugmedizinischen Instituts der Luftwaffe (siehe

Arten von Sauerstoffmangel (Hypoxie)

Hypoxische Hypoxie

Sie ist durch den zu geringeren Sauerstoffpartialdruck bedingt. Dadurch kann nicht mehr genügend Sauerstoff in das Blut diffundieren und führt zur Unterversorgung der Zellbereiche. Aufgrund der Luftdruckabnahme mit zunehmender Flughöhe ist sie für fliegendes Personal die bedeutsamste Form der Hypoxie.

Hypämische oder anämische Hypoxie

Die Sauerstofftransportfähigkeit ist durch verringertes freies Hämoglobin herabgesetzt. Diese Situation kann durch die Einatmung von Rauch hervorgerufen werden.

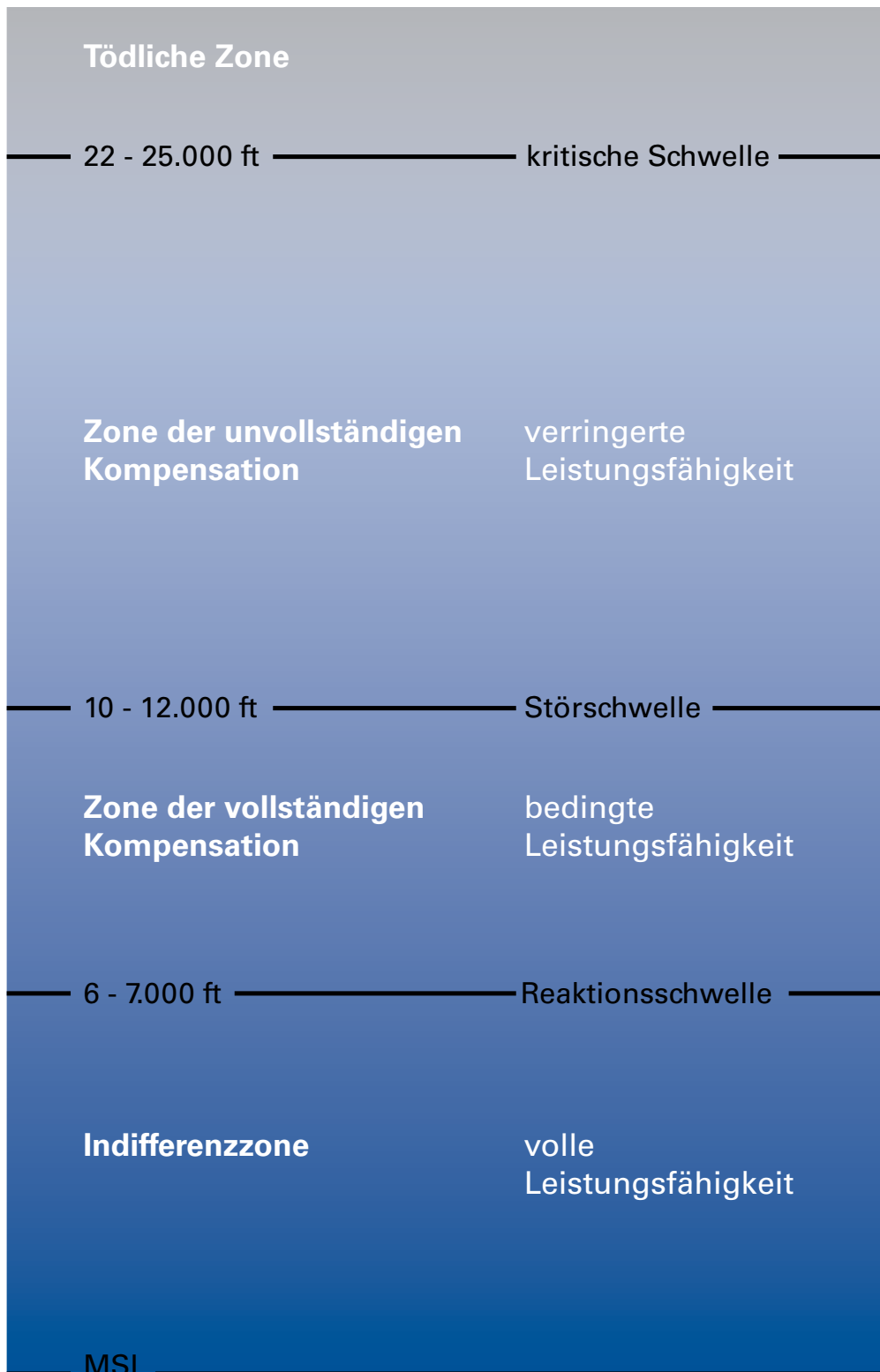
Stagnierende Hypoxie

Hier kommt es durch die Einschränkung der Blutströmung zur Sauerstoffunterversorgung von Körperteilen und Organen. Dies kann bei einem Flugzeugführer durch die Einwirkung von Beschleunigungskräften der Fall sein, wenn infolge der wirkenden Zusatzkräfte kein ausreichender Bluttransport entgegen der Krafrichtung möglich ist. Ebenfalls zu dieser Kategorie zählen die Unterversorgung der Körperbereiche durch Embolien oder Thrombosen.

Histotoxische Hypoxie

Eine Zellvergiftung verursacht ein Stoffwechselfversagen der Zelle. Zu den Zellgiften, die diese Situation verursachen können ist auch der Alkohol zu zählen. Die Zellen sind dabei nicht in der Lage, den gelieferten Sauerstoff aufzunehmen. Deswegen kann auch das Atmen von reinem Sauerstoff keine Abhilfe schaffen.

(Quelle: Forschungs-Informations-System für Mobilität und Verkehr des BMVI)



Zonen des Sauerstoffmangels

Quellenangabe) konnte allerdings eine Beeinträchtigung der Leistung des Kurzzeitgedächtnisses bereits in einer Höhe von 8.000 ft nachgewiesen werden. Ein Kranker hat in dieser Höhe unter Umständen keine Möglichkeit der Kompensation mehr, denn er muss die Insuffizienzerscheinungen seitens seines Kreislaufs, der Atmung und des Blutes schon viel früher, oder sogar schon am Boden, kompensieren. Beim

Transport von Passagieren in Linienflugzeugen sollte die Kabinenhöhe 8.000 ft nicht überschreiten, weil davon ausgegangen werden muss, dass einzelne Fluggäste durch ihre körperliche Konstitution bereits in dieser Höhe ihre Reserven ausgeschöpft haben können.

Ab 10.000 bis 12.000 ft Höhe reichen die Kompensationsmaßnahmen des Körpers nicht mehr aus und der Mangel an Sauerstoff kann nicht mehr vollkommen ausgeglichen werden. Der Körper reagiert nun mit einzelnen Funktionsstörungen (**Störschwelle**). Allgemeiner Leistungsabfall und erste Sauerstoffmangelsymptome sind die Folge. Es beginnt die „Zone der unvollständigen Kompensation“.

In etwa 22.000 bis 25.000 ft Höhe wird dann die **kritische Schwelle** erreicht. Eine Kompensation des Sauerstoffmangels durch den menschlichen Organismus ist nicht mehr möglich. Es beginnt die so genannte „Tödliche Zone“. Mehr oder weniger schnell stellen sich Handlungsunfähigkeit, Bewusstlosigkeit und schließlich der Tod ein.

SYMPTOME BEI SAUERSTOFFMANGEL

Die ersten Anzeichen von Sauerstoffmangel sowie die Toleranz gegenüber Sauerstoffmangel können von Mensch zu Mensch sehr verschieden sein. Sie hängen vor allem von der körperlichen Fitness ab, von psychi-

schen Faktoren (z. B. Stress, Angst), von bestehenden Infektionskrankheiten, aber auch von der Einnahme von Medikamenten sowie von Alkohol- und Zigarettenkonsum.

Bei Sauerstoffmangel (hypoxische Hypoxie) hat die verminderte Sauerstoffsättigung des Blutes ab einer Flughöhe von 5.000 ft als Erstes Nachtsehstörungen zur Folge. Danach erfolgt eine Anpassungsreaktion des Körpers durch Vertiefung und Beschleunigung der Atmung. Diese Situation kann ab einer Höhe von 12.000 ft nicht mehr kompensiert werden und es stellen sich zunehmend Sauerstoffmangelerscheinungen ein. Zu den Anzeichen dafür zählen das Kribbeln in den Füßen und Händen, Sehstörungen sowie herabgesetzte Denk- und Urteilsfähigkeit und euphorische Zustände.

Im „Kompendium der Flugmedizin“ der Luftwaffe werden u.a. folgende Symptome bei Sauerstoffmangel genannt:

Subjektive Symptome:

- Angst, Beklemmung
- Wärme-, Hitze-, Kältegefühl oder Kribbeln in einzelnen Körperpartien oder im ganzen Körper
- Druck im Kopf, hinter den Augen, in Brust oder Bauch
- Müdigkeit, Schläfrigkeit, Benommenheit, Schwindel, Schweißausbruch
- Dunkelwerden und/oder Einschränkung des Gesichtsfeldes, Flimmern vor den Augen
- unscharfes Sehen, Verlust des Farbsehens

Typisch ist, dass bei Fortbestehen der Ursachen die vorgenannten Symptome wieder verschwinden können bzw. nicht mehr wahrgenommen werden. Es kann sich sogar ein Gefühl des Wohlbefindens, ja eine Euphorie einstellen.

Objektive Symptome:

- Beschleunigung der Atem- und Pulsfrequenz
- Zyanose, Blauverfärbung der Lippen, Fingernägel und Schleimhäute
- gestörtes Auffassungsvermögen, verminderte Kritikfähigkeit, herabgesetzte Urteilsfähigkeit
- Koordinationsstörungen bis zu Krämpfen
- Bewusstlosigkeit

Gewöhnlich treten mehrere der hier aufgelisteten Symptome beim Menschen auf. Allgemein gilt, dass mit zunehmender Höhe die Mangelsymptome immer deutlicher werden.

Gefährlich ist der Sauerstoffmangel deswegen, weil u.U. keine eindeutigen Sauerstoffmangelerscheinungen vorhanden sein müssen bzw. sie nicht erkannt werden. Der einzige Schutz gegen Sauerstoffmangel in der Höhe ist die rechtzeitige und dauernde Einatmung von zusätzlichem Sauerstoff durch eine so genannte Sauerstoffabgabevorrichtung oder der Flug in einem Flugzeug mit Druckkabine.

VORSCHRIFTEN ZUM GEBRAUCH VON ZUSATZSAUERSTOFF IM FLUGBETRIEB

Gemäß der Europäischen Verordnung zur Festlegung technischer Vorschriften und von Verwaltungsverfahren in Bezug auf den Flugbetrieb (Nr. 800/2013/Air Operations) gilt für den nichtgewerblichen Flugbetrieb mit technisch komplizierten motorgetriebenen Luftfahrzeugen (non-commercial air operations with complex motor-powered aircraft, NCC) für die Sauerstoffversorgung folgende Vorschrift:

NCC.IDE.A.200: Zusatzsauerstoff – Flugzeuge ohne Druckkabine

- a) Flugzeuge ohne Druckkabine, die in Flughöhen betrieben werden, für die eine Sauerstoffversorgung gemäß Buchstabe b erforderlich ist, müssen mit Sauerstoffspeicher- und -abgabevorrichtungen ausgerüstet sein, die die erforderlichen Sauerstoffmengen speichern und abgeben können.
- b) Flugzeuge ohne Druckkabine, die in Höhen fliegen, in denen die Druckhöhe in den Fluggeräumen über 10.000 ft liegt, müssen ausreichend Atemsauerstoff mitführen für



© Jürgen Mies

Ein Flug über die Alpen führt unter Umständen in Höhen, für die eine Zusatzsauerstoffversorgung erforderlich wird.

1. alle Besatzungsmitglieder und mindestens 10% der Fluggäste für jeden Zeitraum über 30 Minuten, in dem die Druckhöhe im Flugraum zwischen 10.000 ft und 13.000 ft liegen wird, und
2. alle Besatzungsmitglieder und Fluggäste für jeden Zeitraum, in dem die Druckhöhe in den Flugsträumen über 13.000 ft liegen wird.

Für den nichtgewerblichen Flugbetrieb mit anderen als technisch komplizierten motorgetriebenen Luftfahrzeugen (non-commercial air operations with other than complex motor-powered aircraft, NCO) gilt:

NCO.OP.190: Gebrauch von Zusatzsauerstoff

- a) Der verantwortliche Pilot hat sicherzustellen, dass Flugbesatzungsmitglieder, die während des Fluges wesentliche Aufgaben für die sichere Flugdurchführung wahrnehmen, ununterbrochen Zusatzsauerstoff nehmen, wenn er feststellt, dass ein Mangel an Sauerstoff bei der beabsichtigten Flughöhe die Fähigkeiten der Besatzungsmitglieder einschränken könnte, und dass Zusatzsauerstoff für die Fluggäste zur Verfügung steht, wenn diese durch einen Mangel an Sauerstoff beeinträchtigt werden könnten.
- b) In jedem sonstigen Fall, in dem der verantwortliche Pilot nicht feststellen kann, wie ein Mangel an Sauerstoff sämtliche Insassen betreffen könnte, muss er sicherstellen, dass
 1. alle Flugbesatzungsmitglieder, die während des Fluges wesentliche Aufgaben für die sichere Flugdurchführung wahrnehmen, Zusatzsauerstoff nehmen, wenn die Druckhöhe im Flugraum länger als 30 Minuten zwischen 10.000 ft und 13.000 ft liegt, und
 2. alle Insassen stets dann Zusatzsauerstoff nehmen, wenn die Druckhöhe im Flugraum 13.000 ft übersteigt.

NCO.IDE.A.155: Zusatzsauerstoff – Flugzeuge ohne Druckkabine

Flugzeuge ohne Druckkabine, die betrieben werden, wenn gemäß NCO.OP.190 eine Sauerstoffversorgung erforderlich ist, müssen mit Sauerstoffspeicher- und abgabevorrichtungen ausgerüstet sein, die die erforderlichen Sauerstoffmengen speichern und abgeben können.

Abgesehen von den gesetzlichen Regelungen für Zusatzsauerstoff bei Flügen in größeren Höhen obliegt es dem verantwortlichen Piloten zu entscheiden, ab welcher Höhe bereits zusätzlicher Sauerstoff mitgeführt werden sollte bzw. muss. Bei dieser Entscheidung sollte er seine eigene körperliche Verfassung und die seiner Fluggäste mit einbeziehen. Im Interesse der Sicherheit kann es unter Umständen erforderlich sein, schon für Flüge in geringeren als den vorgeschriebenen Höhen zusätzlichen Sauerstoff mitzuführen.

Piloten sollten sich bewusst sein, dass Fliegen unterhalb der vorgeschriebenen Höhen für Zusatzsauerstoffversorgung nicht immer vollständig vor den Auswirkungen von Sauerstoffmangel schützt. In den „Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM)“ zu den EU-Flugbetriebsvorschriften für im nichtgewerblichen Flugbetrieb verwendeten „anderen als technisch komplizierten motorgetriebenen Luftfahrzeugen“ (NCO) wird besonders darauf hingewiesen, dass vom verantwortlichen Piloten vor dem Flug u. a. folgende Punkte bei der Entscheidung, wann und ob Zusatzsauerstoff mitgeführt werden muss, erwogen werden sollten:

- Geplante Flughöhe
- Voraussichtliche Flugdauer
- Körperliche Verfassung der Flugbesatzung und der Fluggäste
- Rauchen
- Erfahrung mit Flügen in großen Höhen
- Allgemeine körperliche Verfassung
- Einnahme von Medikamenten
- Alter
- Behinderungen

Der verantwortliche Pilot muss sicherstellen, dass alle anderen Flugbesatzungsmitglieder sowie die Fluggäste in die Besonderheiten eines Fluges in großen Höhen, in die Symptome von Sauerstoffmangel und in die Handhabung der Zusatzsauerstoffgeräte eingewiesen worden sind.

Während des Höhenfluges ist auf erste Anzeichen von Sauerstoffmangel zu achten, das Absinken auf eine geringere und sichere Flughöhe jederzeit zu erwägen bzw. die Versorgung mit zusätzlichem Sauerstoff sicherzustellen.

SAUERSTOFFZUSATZGERÄTE

Nur wenige Flugzeuge der Allgemeinen Luftfahrt verfügen über ein integriertes und fest eingebautes Sauerstoffversorgungssystem. Bei den meisten kleineren Flugzeugen muss für einen Höhenflug ein tragbares Sauerstoffzusatzgerät mitgenommen werden, dass man einschließlich der Sauerstoffflaschen im Luftfahrtbedarfshandel bekommen kann.

Moderne Geräte verfügen über eine barometrische Höhenmessung und eine automatische Regelung der Sauerstoffzufuhr abhängig von der Flughöhe. Die Sauerstoffzufuhr erfolgt meist über eine Nasenkanüle oder aber auch über eine Gesichtsmaske.

Wer zum ersten Mal mit einem Sauerstoffzusatzgerät fliegt, muss sich vorher eingehend mit dem dazugehörigen Handbuch befassen, insbesondere mit der Funktionsweise, der Installation, den Anschlüssen für die Schläuche, der Bedieneinheit und mit den im Handbuch beschriebenen möglicherweise auftretenden Fehlern und deren Behebung. Das Bediengerät einschließlich der Sauerstoffflasche muss im Flugzeug leicht zugänglich verstaut und befestigt sein.

Vor Beginn eines Fluges in große Höhen sollte man unbedingt die Funktionsfähigkeit des Sauerstoffversorgungssystems nochmals testen, den Zustand der Batterien (bei einem tragbarem Gerät) sowie den Füllzustand der Sauerstoffflasche überprüfen (es muss ausreichend Sauerstoff für alle Insassen zur Verfügung stehen inklusive Reserven) und auch sicherstellen, dass für alle Insassen an Bord Anschlüsse und

Nasenkanülen zur Verfügung stehen. Auch empfiehlt es sich, das Handbuch griffbereit im Flugzeug zu verstauen.

Zu einem Sauerstoffversorgungssystem gehört auch ein Sensor, ein so genannter Oximeter, der die Sauerstoffsättigung im Blut anzeigt. Diesen Sensor kann man im Handel (z. B. Apotheke) für wenig Geld erwerben. Damit ist eine einfache und fortlaufende Überprüfung der erforderlichen Sauerstoffversorgung möglich. In jeder Flughöhe sollte eine Sauerstoffsättigung von 90 bis 100% erreicht werden.



© Michael Erb

Das Oximeter für die Messung und Überwachung der Sauerstoffsättigung im Blut wird an den Finger geklemmt.



© Markus Jolas

Über eine Nasenkanüle wird zusätzlicher Sauerstoff zugeführt.

Startet man mit Fluggästen zu einem Flug in große Höhen, so sollte man unbedingt vor dem Flug, also noch am Boden, alle Insassen in die Besonderheiten eines Höhenfluges, in mögliche Sauerstoffmangelscheinungen und insbesondere in die Handhabung der Sauerstoffzusatzanlage einweisen. Weisen Sie Ihre Fluggäste darauf hin, dass, wenn sie sich unwohl fühlen, wenn sie meinen, dass sie nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt sind, sich sofort an Sie wenden sollten. Als verantwortlicher Pilot sind Sie für das Wohlergehen und die Sicherheit Ihrer Fluggäste zuständig.

ZUSAMMENFASSUNG

- Bei Flügen in großen Höhen beobachten Sie sich und das Verhalten der Fluggäste im Hinblick auf Anzeichen von Sauerstoffmangel.
- Erste Anzeichen von Sauerstoffmangel sind nicht leicht zu erkennen. Daher achten Sie bei sich selbst und bei Ihren Fluggästen auf körperliche Veränderungen.
- Bei Verwendung von einem Sauerstoffzusatzgerät machen Sie sich mit der Handhabung anhand des dazugehörigen Manuals vertraut.
- Überwachen Sie während des Fluges fortlaufend die Funktionsfähigkeit des Sauerstoffzusatzgerätes sowie den verfügbaren Sauerstoffvorrat.
- Weisen Sie Ihre Fluggäste in die Besonderheiten eines Höhenfluges und in die Handhabung der Sauerstoffzusatzversorgung ein.
- Denken Sie daran, dass Sauerstoffmangelercheinungen auch schon unterhalb von 10.000 ft auftreten können, abhängig von der körperlichen Verfassung.
- Wenn Sie oder einer Ihrer Fluggäste erste Symptome von Sauerstoffmangel aufweisen, dann gibt es nur eine Maßnahme. Erhöhen Sie die Sauerstoffzufuhr.
Um das zu erreichen, gibt es zwei Möglichkeiten:
 1. Sinken Sie auf eine geringere Höhe oder
 2. geben Sie zusätzlichen Sauerstoff.

Die erste Möglichkeit hängt vom Wetter und dem Gelände ab, die zweite von der Ausrüstung mit Zusatzsauerstoff. Beide Möglichkeiten müssen bereits vor dem Flug erwogen worden sein. Wenn man über hohem Gelände fliegt, so muss dieser Umstand schon bei der Flugvorbereitung bedacht werden.

Halten Sie die gesetzlichen Regelungen zur Sauerstoffzusatzversorgung ein!

Autor:

Jürgen Mies

Grafiken:

AOPA-Germany

Quellen:

„Grundlegende Probleme der Sauerstoffversorgung des menschlichen Organismus beim Höhenflug“, Jürgen Mies, September 1966

„Gefahrenhandbuch für Piloten“, Jürgen Mies, Motorbuch Verlag, Stuttgart, 2006

„Kompendium der Flugmedizin“, Dr. Pogratz, Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe, November 2004

„Sauerstoffmangel (Hypoxie) bei Höhenflügen“, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur,

Forschungs-Informationen-System (FIS), Stand: November.2016

„Zusammensetzung der Luft“, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Informationen zur Luftqualität,

www4.lubw.baden-wuerttemberg.de

EU VO Nr. 800/2013 vom 14. August 2013 zur Festlegung technischer Vorschriften und von Verwaltungsverfahren in Bezug auf den Flugbetrieb Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Annex VII Non-commercial air operations with other than-complex motor-powered aircraft (Part-NCO) of Commission Regulation (EU) 965/2012 on air operations; consolidated version including Issue 2, Amendment 6, March 2017, European Aviation Safety Agency

„Beware of Hypoxia“, Larry Boshers, Airman Education Programs, Federal Aviation Administration, USA, Juli 2015

“Preventing Hypoxia“, General Aviation Safety Briefing, EASA, August 2016

Haftungsausschluss:

Die Informationen und Daten in diesem AOPA Safety Letter sind vom Autor und der AOPA-Germany sorgfältig erwogen und geprüft. Dennoch kann eine Garantie für Richtigkeit und Vollständigkeit nicht übernommen werden. Eine Haftung des Autors bzw. von AOPA-Germany und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

HERAUSGEBER

AOPA-Germany e.V.
Flugplatz, Haus 10
63329 Egelsbach

www.aopa.de