

Luftfahrtmedizin

Flugzeugsysteme wie die Klimaanlage (mit der Druck und Temperaturregelung) oder die Sauerstoffanlage sind im Flugzeug notwendig, um für den Menschen ein Überleben in einer ansonsten lebensfeindlichen Umgebung zu ermöglichen. Ein Verständnis der Anforderungen an diese Systeme ist daher ohne Grundkenntnisse der Luftfahrtmedizin nicht möglich.

Aufgaben der Luftfahrtmedizin

Die Luftfahrtmedizin ist ein Teil der Flugmedizin (Luft- und Raumfahrtmedizin). Die wichtigsten Aufgaben sind:

- Forschung (z. B. Höhenphysiologie, Beschleunigungsforschung, Sinnesphysiologie des Fliegens) und Entwicklung unter Heranziehung nahezu sämtlicher medizinischer Disziplinen und einiger Grenzwissenschaften.
- Angewandte Flugphysiologie, das ist die Anpassung des Organismus an die veränderten Umweltbedingungen und die Realisierung von Schutzmaßnahmen (Human Engineering).
- Auslese und Überwachung des gesamten fliegenden Personals (Erstuntersuchungen und Untersuchungen bei Schein- bzw. Ausweisverlängerungen).
- Aus- und Fortbildung von Fliegerärzten und des flugmedizinischen Hilfspersonals
- Aufklärung von Flugunfällen (Flugunfallmedizin).

Wichtig für den Piloten sind die Erscheinungen, die sich im Zusammenhang mit der **Höhe**, der **Beschleunigung** und als **Sinnestäuschungen** ergeben.

Auswirkungen der Flughöhe

Mit der Abnahme des Gesamtluftdruckes mit der Höhe sinkt auch der Sauerstoff-Partialdruck bis zu einem für den Organismus unzureichenden Wert.

- Bis etwa 3000 m NN sind keine nennenswerten Änderungen von Organfunktionen feststellbar.
- Von der **Reaktionsschwelle** (2000 ... 3000 m über NN) bis zur Störungsschwelle verfügt der Organismus über vollständig kompensatorische Maßnahmen (Höhenumstellung).
- Ab der **Störungsschwelle** (4000 m über NN) stellt sich eine Leistungsverminderung ein, die mit zunehmender Höhe (abnehmendem Sauerstoff-Partialdruck) schwerer wird.

- Mit dem Erreichen der **kritischen Schwelle** (6000 ... 8000 m über NN) werden vom Sauerstoffmangel zuerst die darauf empfindlichen Zellen des Gehirns betroffen: Abnahme der Eigenkritik, Trägheit des Denkvermögens, ein Zustand der allgemeinen Körper- und Willensschwäche und ein Hochgefühl (Höhenrausch) stellen sich ein. Kennzeichnend sind Blässe, Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, Atem- und Pulsbeschleunigung und Krampferscheinungen derjenigen Muskeln, die betätigt werden. Treten diese Symptome in Höhen über 3000 m auf, sind sie ein Alarmzeichen zum raschen Verlassen der Höhe. Bei nicht sofortigem Handeln tritt Bewusstlosigkeit, Abnahme der Herzaktivität und schließlich der Höhentod ein.
- Die **letale Schwelle** (Todesschwelle) ist lediglich eine Zeitfunktion, wenn die kritische Schwelle überschritten ist. Die Zeitreserve bis zum Eintritt der Bewusstlosigkeit ist in Tabelle 1 dargestellt. Je größer die Höhe ist, umso kürzer ist die Bewusstseinsspanne für ein zweckgerichtetes Handeln – und damit die Zeitreserve zur Selbstrettung. Mit Hilfe des Sauerstoffgerätes (Höhenatmungsgerätes), das spätestens ab 4000 m über NN zu verwenden ist, kann die Schwelle bis 12000 m angehoben werden. Darüber wird eine Druckkabine notwendig.

Tabelle 1 Zeitreserve bis zum Eintritt der Bewusstlosigkeit z. B. beim Ausfall des Sauerstoffgerätes oder bei Beschädigung der Druckkabine

Höhe	Zeit
7000 m	7 Minuten
7530 m	5 Minuten
8000 m	3 Minuten
9000 m	80 Sekunden
10000 m	50 Sekunden
11000 m	40 Sekunden
12000 m	30 Sekunden
15000 m	15 Sekunden
18000 m	13 Sekunden
20000 m	11 Sekunden
darüber	konstant

Bei einem Druckabfall (z. B. durch eine Beschädigung der Druckkabine) muss ein Notabstieg (emergency descent) auf eine Flughöhe unter 3000 m eingeleitet werden. Der Notabstieg muss dabei (gegebenenfalls unter Gabe von Sauerstoff an Passagiere und Crew) so schnell durchgeführt werden, dass eine Bewusstlosigkeit der Personen vermieden wird. Dabei wird deutlich, dass ein Notabstieg aus großen Flughöhen besonders kritisch ist und insbesondere zu Beginn des Notabstieges hohe Sinkraten erforderlich werden (vergleiche mit Tabelle 1).

Die Auswirkungen der Höhenkrankheit sind von der Höhenfestigkeit – das ist die Widerstandsfähigkeit gegen Sauerstoffmangel bzw. Höhenkrankheit – abhängig, die individuell sehr verschieden ist und unter anderem von der momentanen körperlichen Verfassung abhängt. So beeinflussen z. B. fieberhafte Erkrankungen, Übermüdung, Schlafmangel, Alkohol, Nikotin die Höhenfestigkeit negativ.

Persönliche Erfahrung über die Anzeichen einer beginnenden Höhenkrankheit – unter sicheren Voraussetzungen, überwacht vom Fliegerarzt – kann man in der Unterdruckkammer machen.

Auswirkungen der Flughöhenänderung

Bei einer Änderung der Flughöhe (bzw. der Kabinenhöhe in einem Flugzeug mit Druckkabine) ist auch ein Druckausgleich zwischen Nasen-Rachen- und Mittelohrraum erforderlich. Schnelle Höhenänderungen (mehr als etwa 2000 ft/min) werden vom Menschen als unangenehm empfunden. Im Zusammenhang mit dem Druckausgleich ist für Pilot und Fluggast die Gesunderhaltung der oberen Atemwege (Nase, Nasennebenhöhlen, Ohrtrumpete) und des Mittelohres wichtig. Nur eine normale Funktion dieser Organe ermöglicht den Druckausgleich zwischen Nasen-Rachen- und Mittelohrraum. Der Druckausgleich beim Abstieg (und damit eine Zunahme des Umgebungsdruckes) kann durch ein Pressen gegen die zugehaltene Nase erleichtert werden. Eine schnelle Flughöhenänderungen im Zusammenhang mit einem Tubenkatarrh kann zu Schmerzen im Ohr und letztlich bis zum Trommelfellriss führen.

Auswirkungen von Beschleunigungen

Beschleunigungen in Form von Fliehkraftbelastungen treten für den Flugsportler vor allem bei Kunstflugfiguren (z. B. beim Looping oder Turn) auf. Entscheidend ist neben der Größe der Beschleunigung (dem Lastvielfachen, g), die Richtung (z. B. positiver oder negativer Looping) und die Dauer der Krafteinwirkung auch der Grad der individuell unterschiedlichen Fliehkraftfestigkeit. Fieberhafte Erkrankungen, leerer Magen, Alkohol, Nikotin, große Höhen, Übermüdung, Schlafmangel beeinflussen die Fliehkraftfestigkeit negativ. Störungen können auftreten als

- **red-out** („Rot-sehen“) z. B. im Rückenflug und Negativ-Looping durch zu hohe Fliehkrafteinwirkung in Richtung Fuß → Kopf (zu starke Füllung der Augengefäße),
- **black-out** („Schwarz-sehen“) z. B. im Positiv-Looping durch zu hohe Fliehkrafteinwirkung in Richtung Kopf → Fuß (Mangeldurchblutung der Netzhaut) – bei geringeren Belastungen als „Grausehen“ (Nebelvorhang),
- **Fliehkraft-Überlastungskollaps** (durch Fliehkraftüberlastung bedingter Kreislaufzusammenbruch).

Militärpiloten verwenden als Hilfsmittel gegen das "Schwarz-sehen" den Anti-g-Anzug, der ein übermassiges Absacken des Blutes in die Beine verhindern soll. Auch mit bestimmten Atemtechniken kann das "Schwarz-sehen" zu höheren g-Belastungen verschoben werden.

Persönliche Erfahrung mit höheren Fliehkraftbelastungen (bis etwa 8g) können – überwacht vom Fliegerarzt – in speziellen Zentrifugen gesammelt werden.

Sinnestäuschungen durch Sichtverlust

Bei Sichtverlust ist es durch den Kontrollausfall des Auge nicht mehr möglich, ohne Instrumente die Lage im Raum zu bestimmen. Das Gleichgewichtsorgan im Innenohr ist nicht in der Lage zu unterscheiden zwischen: 1.) Beschleunigungen, die hervorgerufen werden durch Gravitation oder 2.) Beschleunigungen, die hervorgerufen werden durch Bewegungen (wie z. B. im Kurvenflug). Die bei Sichtverlust gewonnene Eigenempfindung ist daher falsch. Sie informiert nur über die Lage des Körpers zum Flugzeug, nicht aber über die Lage des Flugzeuges im Raum. Bei fehlender Außensicht ist eine zuverlässige Lagekontrolle daher nur durch den künstlichen Horizont gewährleistet.

Luftkrankheit

Die Luftkrankheit gehört zu den Bewegungskrankheiten, die durch Beschleunigungen ausgelöst werden. Die Anfälligkeit ist individuell sehr verschieden. Fördernde Faktoren sind: starke Böigkeit, wiederholte Horizontveränderungen (z. B. im Kurvenflug) und eine allgemeine Flugangst. Die Symptome sind: Schweißausbrüche, Übelkeit, Blässe, Erbrechen und Schwindel. Die Luftkrankheit betrifft hauptsächlich den Fluggast, denn der Pilot kann sich durch die unmittelbare Verbundenheit mit der Steuerung psychisch auf die zu erwartenden Flugzeugbewegungen einstellen.