



# CME

Continuing Medical Education  
Zertifizierte Fortbildung



© Mayskyphoto / shutterstock.com

**Dr. Andreas Gabel**

Innere Medizin, Kardiologie, Arbeitsmedizin, Flugmedizin und Notfallmedizin, Karlsruhe

## Ist ein Arzt an Bord?

Herz-Notfall im Flugzeug: So meistern Sie das!

### Zusammenfassung

Medizinische Notfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen werden häufiger, Ursachen sind wachsende Passagierzahlen und steigendes Durchschnittsalter der Passagiere. Echte kardiologische Notfälle sind aber vergleichsweise selten. Dennoch sollte jeder Arzt auf den Einsatz an Bord vorbereitet sein. Dazu gehört es, die Ausrüstung, die Versorgungsmöglichkeiten und die flugabhängigen Probleme der Notfallversorgung zu kennen. Der vorliegende Beitrag erklärt die höhenphysiologischen Besonderheiten bei einem Flug. Er stellt die Notfallausstattung an Bord vor und erläutert praxisnah das Vorgehen bei kardiologischen Notfällen.

### Schlüsselwörter

Flugmedizin – „In-flight medical emergencies“ – Hypobare Hypoxie – Druckkabine – Notfallausrüstung



[CME.springer.de/CME](http://CME.springer.de/CME)

**Kostenlos teilnehmen  
bis 18.07.2011**

Die Teilnahme an der Fortbildungseinheit „Kardiologische Notfälle in Flugzeugen“ ist bis zum 18.07.2011 kostenlos. Danach ist die CME-Teilnahme über ein Abonnement oder CME-Tickets möglich. Weitere Informationen finden Sie auf [CME.springer.de/CME](http://CME.springer.de/CME)

CME 2011 · 4(1): 7–14 · DOI 10.1007/s11298-011-0961-8 · © Springer-Verlag 2011

Abgesehen von den einfachen Synkopen sind kardiologische Krankheitsbilder im engeren Sinne selten

Todesfälle aus innerer Ursache werden auf bis zu 2000 pro Jahr geschätzt

Der medizinische Notfall in einem Verkehrsflugzeug wird als „in-flight medical emergency“ (IME) bezeichnet. Er ist eine große Herausforderung für alle Beteiligten. Flugbegleiter werden zwar regelmäßig in Erster Hilfe und Reanimation geschult, sie haben aber wenig praktische Erfahrung mit den einzelnen Krankheitsbildern. Zufällig anwesende Ärzte sind in der Regel nicht mit der Ausrüstung vertraut und kennen die Versorgungsmöglichkeiten nur unzureichend. Dazu kommen ungewohnte Probleme: Vibration und Lärm stören beim Abhören mit dem Stethoskop, Turbulenzen und Bewegungen erschweren eine Venenpunktion.

### Häufigkeit von Zwischenfällen

Die Angaben zur Häufigkeit medizinischer Zwischenfälle an Bord variieren stark. Dies liegt auch daran, dass Fluggesellschaften nur ungern darüber berichten. Sie sind gesetzlich nicht dazu verpflichtet, die Kennzahlen sind international aber auch nicht ausreichend standardisiert. Im Allgemeinen wird von 0,25 bis 1 Notfällen pro 10.000 beförderten Passagieren ausgegangen [17][22][24]. Ältere Daten schwanken zwischen 0,08 und 0,48 pro 10.000 Passagieren [9][3][12][26].

Die meisten Zwischenfälle sind weitgehend harmlos. Die häufigsten Symptome sind [1][10][24]

- Synkopen (54%),
- gastrointestinale Beschwerden (9%) sowie
- kardiale Beschwerden (5%).

Die Streubreite internistischer und chirurgischer Erkrankungen ist groß. Abgesehen von den einfachen Synkopen sind kardiologische Krankheitsbilder im engeren Sinne unerwartet selten. Insgesamt sind nur etwa 10% der medizinischen Zwischenfälle im engeren Sinn notfallmedizinisch relevant. Ein Todesfall an Bord ist zwar ein dramatisches Ereignis, kommt jedoch selten vor. Bei zuletzt 60 Mio. beförderter Fluggäste pro Jahr ermittelte die Deutsche Lufthansa AG durchschnittlich etwa sieben Todesfälle pro Jahr an Bord [9]. Im Weltluftverkehr gewinnt das Thema ein größeres Gewicht. Hier wird die Zahl plötzlicher Herztodesfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen auf etwa 1000 pro Jahr geschätzt [21]. Todesfälle aus innerer Ursache werden sogar auf bis zu 2000 pro Jahr geschätzt [1][2][14][23]. Im Vergleich dazu sterben nach Angaben der International Air Transport Association (IATA) jährlich etwa 600 Menschen bei einem Flugunfall. Die Gefahr, durch eine unerkannte Erkrankung an Bord zu versterben, ist also wesentlich höher als das Schicksal eines möglichen Unfalltodes.

**Abb. 1 Höhenphysiologische Zoneneinteilung. Sauerstoffmangelsymptome bei ungeschützter Höhenexposition.**

Zone	Höhe (m)	sO <sub>2</sub> (%), p <sub>a</sub> O <sub>2</sub> (mmHg)	Symptome
Todeszone	> 14.000		Überleben nur mit 100% Sauerstoffatmung und Überdruck
kritische Zone	7.000–9.000	60–70 % 35 mmHg	schnell eintretender Verlust jeglicher Leistungsfähigkeit, <b>Kreislaufversagen, ZNS-Versagen, Krämpfe, kardiovaskulärer Kollaps, Tod</b>
Zone der unvollständigen Kompensation	6.000–7.000	70–65 % 35 mmHg	teils erhebliche vegetative, psychische und motorische Symptome in Ruhe, <b>Beeinträchtigung von Handschrift und Flugkontrolle, Sprechvermögen und Koordination</b>
Zone der vollständigen Kompensation	4.000–4.500	87–80 % 45 mmHg	Anstieg von HF und AZV in Ruhe, Ausdauerleistungsfähigkeit um 25% reduziert, <b>Schläfrigkeit, Urteilschwäche, Koordinationseinschränkung, Leistungsminderung</b>
Indifferenzzone	2.000–3.000	90–96 % 60 mmHg	nur minimale Anpassung von Kreislauf und Atmung. Volle Leistungsfähigkeit. <b>Einschränkung Nachtsehfähigkeit ab 1.500 m möglich</b>

*sO<sub>2</sub> Sauerstoffsättigung, p<sub>a</sub>O<sub>2</sub> arterieller Sauerstoffpartialdruck, HF Hochfrequenz, AZV Atemzugvolumen.*

## Höhenphysiologie

### Respirationssystem

Während eines Flugs sind der Sauerstoffpartialdruck und die Sauerstoffsättigung reduziert. Es kommt zur „milden“ hypobaren (oder hypoxischen) Hypoxie.

In der freien Atmosphäre nimmt der Umgebungsluftdruck mit zunehmender Höhe exponentiell ab. Etwa alle 5500 m halbiert er sich. In einer typischen Flughöhe von 11.000 m steht also nur noch ein Viertel des Bodenluftdrucks in der Umgebungsluft zur Verfügung [4][28]:

- Luftdruck in Meereshöhe: 1013,2 hPa (760 mmHg),
- Luftdruck in 11 km Flughöhe: 253 hPa (190 mmHg).

Atmungsphysiologisch ist aber der Sauerstoffpartialdruck des alveolären Atemgases entscheidend. Nach dem Gesetz von Dalton errechnet sich der Gesamtdruck eines Gasgemischs aus der Summe der Partialdrücke. Die Partialdrücke wiederum ergeben sich aus den Volumenanteilen am Gesamtvolumen. Dies bedeutet:

- Sauerstoffpartialdruck in 11 km Flughöhe: 40 mmHg.

Mit zunehmender Höhe ist ohne Druckkabine kein Überleben möglich (■ **Abb. 1**). Die Geschichte der Luftfahrt wurde wesentlich von der Entwicklung der Druckkabine bestimmt. Gesetzlich ist vorgeschrieben, dass alle Fluggesellschaften das minimale Kabinendruckniveau auf eine Äquivalenzhöhe von 8000 ft (etwa 2438 m) begrenzen. In dieser Höhe sind die Gasdruckwerte rechnerisch rund um ein Viertel der Werte auf Meereshöhe reduziert. Der Gesamtluftdruck beträgt 565 mmHg, der arterielle Sauerstoffpartialdruck 55–70 mmHg, die Sauerstoffsättigung etwa 90% [1]. Gesunde werden unter diesen Bedingungen nicht beeinträchtigt. Chronisch Kranke können aber Probleme bekommen. Dies gilt vor allem bei pulmonalen Vorerkrankungen. Hier kann die frühzeitige Sauerstoffgabe über eine Nasenbrille oder Maske erforderlich sein. Der fraktionelle Sauerstoffanteil im inspiratorischen Atemgasgemisch kann damit von 21% bis auf 60% angehoben werden [8] (■ **Abb. 2**).

### Herz-Kreislauf-System

Die hypobare Hypoxie wirkt sich auch auf das Herz-Kreislauf-System aus. Wenn in einer Höhe von 6000 m die arterielle Sauerstoffsättigung von

98% auf 67% fällt, reduziert sich der Sauerstofffluss im großen Kreislauf um 32%. Kompensatorisch steigt die Herzfrequenz und damit das Herzminutenvolumen um einen vergleichbaren Prozentsatz. Die Hämoglobinsättigung sinkt durch den S-förmigen Verlauf der Sauerstoffbindungskurve dagegen nur sehr gering. Die kompensatorische Mehrarbeit des Herzens ist unter den Bedingungen der Druckkabine kaum spür- oder messbar. Die kardiale Mehrbelastung wird deshalb an Bord von Verkehrsflugzeugen nur selten zum Problem [5].

Differenzialdiagnostisch muss daran gedacht werden, dass die höhenabhängige Ausdehnung der körpereigenen Gase im Magen-Darm-Trakt auch kardiale Beschwerden im Sinne eines Roemheld-Syndroms vortäuschen kann.

## Notfallausrüstung an Bord

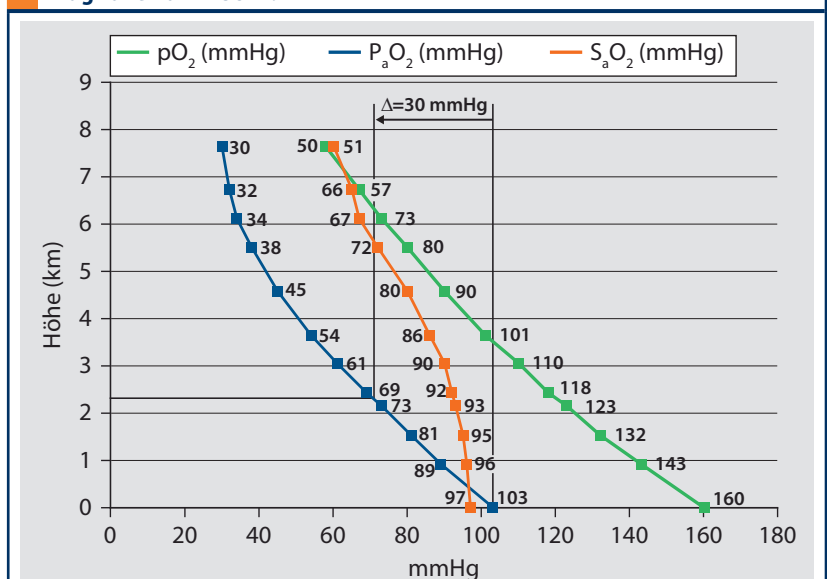
### Gesetzliche Vorschriften

Vorgeschriebene Ausrüstungsgegenstände sind der First Aid Kit und Emergency Medical Kit. Bislang ist der Inhalt dieser Kits aber nicht im Detail festgelegt. Die Joint Aviation Authorities (JAA) haben diesbezüglich Empfehlungen herausgegeben und Minimalstandards definiert [25]. Diese sind sehr allgemeinverbindlich gehalten und erlauben den Fluggesellschaften eigene Varianten (■ **Tab. 1**). Die

Während eines Flugs kommt es zur „milden“ hypobaren Hypoxie

Vorgeschriebene Ausrüstungsgegenstände sind der First Aid Kit und Emergency Medical Kit

**Abb. 2 Höhenabhängige Änderungen des Sauerstoffpartialdrucks. Abnahme um 30 mmHg beim Gesunden auf der maximal zulässigen Flughöhe von 2438 m.**



Aus [8], mit freundl. Genehmigung der MWV. paO<sub>2</sub> arterieller Sauerstoffpartialdruck. SaO<sub>2</sub> arterielle Sauerstoffsättigung.

Das Cabin Attendant Medical Kit ist eine Art Hausapotheke für kleinere Unpässlichkeiten

Das Doctors Kit ist der eigentliche Notfallkoffer für den ärztlichen Gebrauch



**Abb. 3** Doctors Kit, Deutsche Lufthansa AG. (Aus [18], mit freundl. Genehmigung der MWV).

Erfahrung zeigt, dass die Notfallsausstattung weiterhin sehr uneinheitlich ist [11]. Problematisch ist auch, dass die Notfallkoffer aufgrund flugbetrieblicher Gegebenheiten nur in größeren Abständen überprüft werden können. Bis dahin müssen Material und Ampullarium gegebenenfalls arktische Kälte oder tropische Hitze überstehen. Dies begrenzt das Bereithalten stark temperaturempfindlicher Präparate.

### Beispiel Deutsche Lufthansa AG

Die Deutsche Lufthansa AG hat alle Details ihrer Notfallsausrüstung interessierten Ärzten zugänglich gemacht [18]. Diese Ausstattung ist nicht ohne Weiteres auf andere Fluggesellschaften übertragbar. Die gesetzlichen Anforderungen werden durch ein drei-

stufiges Konzept erfüllt: Cabin Attendant Medical Kit, First Aid Kit, Doctors Kit [9][18].

Das **Cabin Attendant Medical Kit** ist eine Art Hausapotheke für kleinere Unpässlichkeiten. Es enthält überwiegend rezeptfreie Medikamente oder Externa. Die Zusammensetzung wird dem Streckenprofil angepasst. Typische Präparate sind beispielsweise Acetylsalicylsäure, Nikotinkaugummi, Xylometazolin-Nasenspray, Butylscopolamin, Loperamid, Antazida sowie Brand- und Wundgel.

Das **First Aid Kit** ist der „Verbandskasten“ an Bord. Es enthält Dreiecktücher, sterile Auflagen, Binden, Schienen, Alkoholtupfer, Einmalhandschuhe, Fieberthermometer, eine Taschenbeatmungs- maske, Venenverweilkanülen, Wunddesinfektions- lösung und Infusionslösungen. Dazu kommt eine Erste-Hilfe-Fibel.

Das **Doctors Kit** ist der eigentliche Notfallkoffer für den ärztlichen Gebrauch. Dieser ist verplombt und ausschließlich approbierten Ärzten vorbehalten. Er enthält oral und extern anwendbare Medikamente wie Nitrendipin, Butylscopolamin, Diazepam, Loperamid, Nitroglycerin, Paracetamol, Aluminiumphosphat, Prednison-Zäpfchen, Dimenhydrinat sowie Brand- und Wundgel. Das eigentliche Notfall-Ampullarium beinhaltet die intravenös anwendbaren Medikamente (▣ **Tab. 2**, ▣ **Abb. 3**). Insgesamt wurde auf einen streng modularen Aufbau des Notfallkoffers geachtet. Für jede Maßnahme ist eine eigene Modultasche vorhanden: Modul Diagnostik, Modul Infusion, Modul Beatmung, Modul Intubation, Modul Absaugung und Modul Blasen- katheter (▣ **Tab. 3**).

### Sauerstoff

Verkehrsflugzeuge haben stets **Fliegersauerstoff** an Bord. Die Sauerstoffdruckflaschen sind für das Flugbegleitpersonal vorgesehen: Wenn der Kabinendruck plötzlich stark abfällt, soll es damit handlungsfähig und mobil bleiben (▣ **Abb. 4a**). Nur bei einem medizinischen Notfall dürfen die Flaschen „zweckentfremdet“ werden. Der Gasfluss ist fest auf 4 l/min eingestellt. Zusätzlich kann eine Sauerstoffmaske mit Reservoir aus dem Doctors Kit zur besseren Oxygenierung verwendet werden. Der Sauerstoffvorrat reicht für ca. 75 Minuten Insufflation [16].

Wenn Patienten mitfliegen, die voraussichtlich Sauerstoff brauchen, kann „**additional oxygen**“ gebucht werden. Die hochfesten Karbonflaschen werden bis 200 bar befüllt. Mit einem Demand- ventil kann der Sauerstoff gezielt in der Frühinspi- rationsphase appliziert werden. Dadurch reicht

**Tab. 1** Medikamentöse Ausstattung des Emergency Medical Kit. Empfehlung der Joint Aviation Authorities (JAA)

Medikamentengruppe	Beispiel
Koronardilatator	Glyceroltrinitrat
Spasmolytikum	Butylscopolaminiumbromid
Adrenalin 1:1000	
Nebennierensteroid	Hydrokortison
starkes Analgetikum	Esketamin-HCl
Diuretikum	Furosemid
Antihistaminikum	Diphenhydramin-HCl
Sedativum/ Antikonvulsivum	Diazepam
Antihypoglykämikum	hypertone Glukoselösung und/oder Glukagon
Antiemetikum	Metoclopramid
Atropin	
Digoxin	
Bronchodilatoren	Ampullen und Dosieraerosole

der Vorrat einer Flasche bis zu 16 Stunden. Mit dem System Wenoll WS 120 kann die Flussrate über einen Wahlschalter stufenweise reguliert werden (▣ **Abb. 4b**, ▣ **Tab. 4**).

## Defibrillator

Die deutschen Fluglinien sind nicht dazu verpflichtet, automatische externe Defibrillatoren (AED) mitzuführen. Die Lufthansa hat dennoch alle Lang- und Kurzstreckenflugzeuge damit ausgestattet (▣ **Abb. 5**). Eine Ausnahme bilden die Regionalpartner der Verbund-Airlines [15]. Im amerikanischen Luftraum müssen alle Passagierflugzeuge mit einer Nutzlast von mehr als 7500 Pfund und mindestens einem Flugbegleiter einen AED mitführen [13].

Die Flugbegleiter der Lufthansa sind in die Bedienung des AED eingewiesen. Sie können den Arzt in einer Notfallsituation von der Gerätebedienung entlasten. Eine Defibrillation ist an Bord jedoch nur selten nötig. Meist dient das Gerät zum Monitoring bei unklaren Bewusstseins- oder Rhythmusstörungen.

Einschränkend ist festzustellen, dass geräteseitig eine ventrikuläre Tachykardie erst ab einer Frequenz von >180 Schlägen/min als defibrillationswürdig erkannt wird. Deshalb sind eine gezielte Elektrokardioversion bei niedrigeren Frequenzen wie auch eine R-Zacken-getriggerte Kardioversion technisch nicht möglich [7].

## Außerplanmäßige Landung

Bei einem Notfall muss häufig rasch entschieden werden, ob eine außerplanmäßige Landung (Diversions) notwendig wird.

Die Kosten hierfür können erheblich sein und je nach Flugzeugtyp, Streckenführung und Begleitumständen zwischen 20.000 und 500.000 EUR betragen [24]. Entscheidungsbefugt ist allein der Kommandant des Flugzeugs.

Der Arzt ist in dieser Situation „nur“ der fachkundige Berater. Bei der Entscheidung zur Diversion spielt der Zustand des Patienten ebenso eine Rolle wie die Entfernung zur nächsten geeigneten Versorgungsmöglichkeit, der Betankungs- und Beladungszustand des Flugzeugs, die Wetterverhältnisse am Zielort usw.

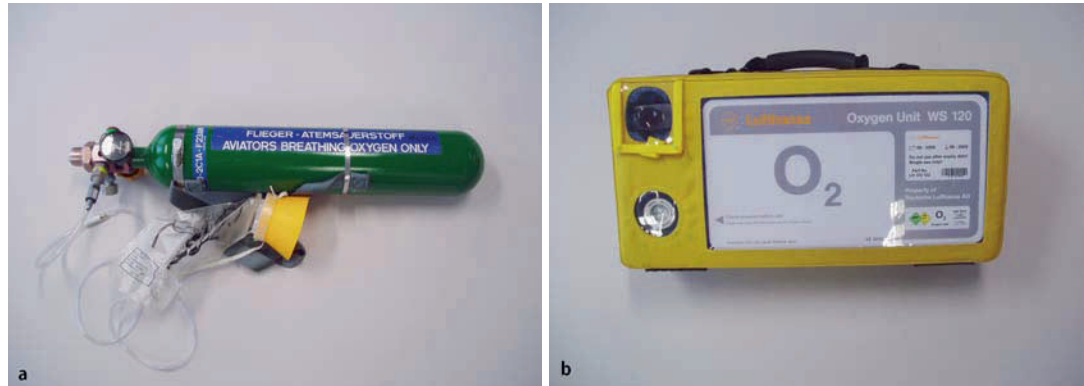
In weniger als 3% der medizinischen Zwischenfälle ist eine außerplanmäßige Landung nötig [24]. Die häufigsten Ursachen dafür waren Myokardinfarkt, Schlaganfall und Krampfanfall.

**Tab. 2 Notfall-Ampullarium des Doctors Kit**

Medikamente	Ampullenset		
Adrenalin 1:1000 Ampulle/1 ml	Epinephrinhydrogentartrat	Ampulle	10
Akineton Ampulle 5 mg/1 ml	Biperidenlactat	Ampulle	1
Amiodaron Ampulle 150 mg/3 ml	Amiodaron-HCl	Ampulle	3
Aqua pro injectione Ampulle 5 ml	Wasser	Ampulle	3
Aspirin i.v. Ampulle	Acetylsalicylsäure	Ampulle	1
Atropin Ampulle 2 mg/1 ml	Atropinsulfat	Ampulle	3
Beloc i.v. Ampulle	Metoprololtartrat	Ampulle	2
Berotec N 100 Dosieraerosol	Fenoterolhydrobromid	Spray	1
Bronchoparat Ampulle 10 ml	Theophyllin-Natriumglycinat	Ampulle	3
Bronchospasmin Ampulle 0,09 mg/1 ml	Reproterol	Ampulle	2
Buscopan Ampulle 20 mg/1 ml	Butylscopolaminiumbromid	Ampulle	2
Diazepam Ratio 10 mg/2 ml	Diazepam	Ampulle	4
Dormicum Ampulle 15 mg/3 ml	Midazolam	Ampulle	1
Glucose 40% Ampulle 10 ml	Glucose	Ampulle	5
Ebrantil 50 Ampulle/10 ml	Urapidil	Ampulle	2
Haldol Ampulle 5 mg/1 ml	Haloperidol	Ampulle	2
Heparin-Natrium-5000	Heparin-Natrium	Ampulle	1
Isotone Kochsalzlösung 0,9% 10 ml	Natriumchlorid	Ampulle	3
Ketanest S Ampulle 50 mg/2 ml	Esketamin-HCl	Ampulle	1
Lasix Ampulle 40 mg	Furosemid	Ampulle	2
MCP Ampulle 10 mg/2 ml	Metoclopramid-HCl	Ampulle	2
Novaminsulfon Ampulle 2,5 g/5 ml	Metamizol	Ampulle	2
Ranitidin Injektionslösung	Ranitidin-HCl	Ampulle	1
Solu-Decortin H 250 mg Ampulle	Prednisolon	Flasche	2
Tavegil Ampulle 2 mg/5 ml	Clemastin	Ampulle	1
Tramal Ampulle 100 mg/2 ml	Tramadol-HCl	Ampulle	2

**Tab. 3 Modultaschen Beatmung und Intubation im Doctors Kit**

Modul Beatmung	Modul Intubation
Sauerstoffkatheter, Nase	Blockerspritze 10 ml Luer
Sauerstoffschlauch mit Anschlussstück	Endotrachealtuben Gr. 3, 4, 5, 6, 7,5
Beatmungsbeutel mit Reservoir	Einmalhandschuhe unsteril, Gr. 8,5
Beatmungsmaske Baby Gr. 0	Führungsmandrin Gr. 3
Beatmungsmaske Kleinkind Gr. 1	Gleitmittel (Instillagel 6 ml)
Beatmungsmaske Kind Gr. 2	Laryngoskopgriff (Metall)
Beatmungsmaske Erwachsene Gr. 5	Laryngoskopspatel Gr. 2, 3
Einmalhandschuhe unsteril Gr. 8,5	Leukofix 5 m × 1,25 cm
Guedel-Tuben Gr. 0, 2, 3, 4	Magill-Zange groß
	Verbandpäckchen mittel



**Abb. 4** Sauerstoff an Bord der Deutschen Lufthansa AG. a Fliegerei-Sauerstoff, b System Wenoll WS 120. (Aus [16], mit freundl. Genehmigung der MWV).

In seltenen Fällen kann der Einsatz von Amiodaron i.v. indiziert sein

An Bord stehen weder ein 12-Kanal-EKG noch ein Troponin-Test zur Verfügung

Bei einer Tachykardie werden zunächst die gängigen Basismaßnahmen ergriffen

## Behandlungskonzepte

Mit der Notfalleusrüstung der Deutschen Lufthansa AG beispielhaft erläutert wird das Management der kardiologischen Notfälle

- akutes Koronarsyndrom,
- tachykarde Herzrhythmusstörung und
- bradykarde Herzrhythmusstörung.

### Akutes Koronarsyndrom

Typisch für ein akutes Koronarsyndrom sind nitratresistente Stenokardien. In der Regel geben solche Beschwerden Anlass für eine außerplanmäßige Landung, falls geeignete Versorgungsmöglichkeiten damit früher erreicht werden können. An Bord stehen weder ein 12-Kanal-EKG noch ein Troponin-Test zum Ausschluss eines Myokardinfarkts zur Verfügung. Dessen ungeachtet gelten derartige Beschwerden als Marker einer akuten Vitalbedrohung.

Der Patient wird am besten in eine liegende oder halbliegende Position zur Kreislaufentlastung gebracht. Geeignet ist eine Lagerung auf einem Business-Class-Sitz oder liegend in der Bordküche. Neben der Sauerstoffgabe stehen intravenös Acetylsalicylsäure, Heparin, ein Sedativum und ggf. ein Analgetikum sowie  $\beta$ -Blocker zur Verfügung. Der AED wird zum Rhythmusmonitoring verwendet.

### Tachykarde Herzrhythmusstörungen

Bei einer Tachykardie werden zunächst die gängigen Basismaßnahmen ergriffen: i.v.-Zugang, Anlage des AED, Sauerstoffgabe, adäquate Lagerung in einem Business-Class-Sitz oder liegend auf dem Boden. Bei Bedarf können sedierende und/oder bradykardisierende Medikamente gegeben werden. Zusammen mit der beruhigenden „Droge Arzt“ lässt sich der Patient hierdurch bei einer sekundären

oder Erfordernistachykardie meist ausreichend stabilisieren. In seltenen Fällen und bei komplexen Tachykardieformen kann der Einsatz von Amiodaron i.v. indiziert sein. Die Substanz hat sich in der Notfalltherapie supraventrikulärer und ventrikulärer Tachyarrhythmien bewährt [20][27]. Bei therapierefraktärer hämodynamischer Instabilität kann eine Notfalldefibrillation mit dem AED erforderlich werden, wobei je nach Situation mitunter eine antiarrhythmische Vorbehandlung mit Amiodaron die Erfolgsaussichten erhöht. Der AED defibrilliert erst ab einer Kammerfrequenz von mindestens 180 Schlägen/min. Eine R-Zacken-getriggerte Kardioversion ist mit dem Gerät nicht möglich.

Sofern klinischer Zustand, Akutsituation und Übungsstand des Arztes dies erlauben, sollten vorab unbedingt eine Analgosedierung, ggf. Narkose und Intubation eingeleitet werden. Hierfür steht neben Midazolam und Tramadol (oder Metamizol) Ketamin zur Verfügung. Einschränkend ist anzumerken, dass Ketamin bei tachykarden Rhythmusstörungen eine eher ungünstige arrhythmogene sympathomimetische Wirkung besitzen kann. Angesichts der eingeschränkten Möglichkeiten des Monitorings und Handlings ist die Narkose ohnehin als Ultima-Ratio-Behandlung anzusehen.

### Bradykarde Herzrhythmusstörungen

Bradykarde Herzrhythmusstörungen können im einfachsten Fall durch eine ausgeprägte vegetative Reaktion ausgelöst werden, z. B. im Rahmen einer Kinetose oder akuten Gastroenteritis. Sie können aber ebenso gut auf eine organische Herzerkrankung hinweisen.

Basismaßnahmen sind Sauerstoffgabe, i.v.-Zugang und Anlage des AED. Bei ausgeprägten vegetativen Reaktionen kann die Verabreichung von

Diazepam oder des Antiemetikums Metoclopramid sinnvoll sein. Bei erhaltenem Bewusstsein ist es ratsam, den Patienten in die Nähe der Bordküche zu bringen oder an einen Notausstieg zu einem Business-Class-Sitz. Dort ist genug Platz, um ihn bei Eskalation der Erkrankung rasch auf den Boden zu legen, sodass ausreichend Raum für die erforderlichen Notfallmaßnahmen bleibt. Für die Pharmakotherapie therapieresistenter Bradykardien sind Atropin und Adrenalin verfügbar. Eine externe Schrittmacherfunktion hat der AED nicht. Bei Bewusstseinsverlust oder Asystolie bleibt nur die externe Herzdruckmassage.

## Registrierung als Arzt

Bei medizinischen Zwischenfällen fragt das Flugbegleitpersonal in der Regel über die Bordsprechanlage, ob sich ein Arzt an Bord befindet. In 81–92% der Fälle ist dieser Ausruf erfolgreich [19]. Die

Aerospace Medical Association (ASMA) stellte bei einer systematischen Erhebung in den USA fest, dass zwei Drittel der flugmedizinisch ausgebildeten Ärzte bereits einmal an Bord tätig geworden waren. Hochgerechnet ergab diese Schätzung ca. zwei Einsätze im Leben eines Arztes [23]. Nach deutschem Recht ist ein Arzt zur notfallmedizinischen Hilfeleistung verpflichtet (§ 323c StGB, unterlassene Hilfeleistung).

Die Deutsche Lufthansa AG hat für ihre Flüge eine Plattform zur Registrierung von Ärzten eingerichtet. Hierzu werden ein Miles-&More-Konto, die Approbations- sowie die Facharzturkunde benötigt. Nach erfolgreicher Registrierung erhält der eingeschriebene Arzt eine spezielle Miles-&More-Karte. Sofern er sich mit dieser zu einem Lufthansa-Flug einbucht, erscheint er als Arzt mit seinem registrierten Fachgebiet auf der Passagierliste und ist für das Flugpersonal in einem medizinischen Notfall leicht und dezent ansprechbar. Als kleines Dankeschön erhält er eine Flugmeilengutschrift bei Registrierung sowie dem Aufwand entsprechend bei einer Hilfeleistung. Bei medizinischer Hilfeleistung sind Ärzte wie Laienhelfer zivilrechtlich durch eine Haftpflichtversicherung der Gesellschaft abgesichert.

**Zwei Drittel der flugmedizinisch ausgebildeten Ärzte waren bereits einmal an Bord tätig**

**Bei medizinischer Hilfeleistung sind Ärzte wie Laienhelfer zivilrechtlich abgesichert**

**Tab. 4 Wenoll-System WS 120. Einstellung, Äquivalenzflussraten, Versorgungsdauer**

Wahlschalter	Äquivalenzflussrate	Erwartete Versorgungsdauer
0,5	1,2 l/min	20,0 h
0,6	2,0 l/min	16,5 h
0,7	2,8 l/min	14,0 h
0,8	3,6 l/min	12,5 h
0,9	4,4 l/min	11,0 h
1,0	5,2 l/min	10,0 h

## Fazit

Medizinische Zwischenfälle in Verkehrsflugzeugen sind in fast 90% der Fälle weitgehend harmlos. Vital bedrohliche kardiologische Notfälle sind insgesamt selten. Während eines Flugs sind der Sauerstoffpartialdruck und die Sauerstoffsättigung reduziert. Es kommt zur „milden“ hypobaren Hypoxie. Durch die Druckkabine wird ein ausreichendes Druckniveau zur Verfügung gestellt, sodass der Gesunde nicht beeinträchtigt wird. Bei Passagieren mit Vorerkrankungen können jedoch mitunter Probleme auftreten. Hier kann die frühzeitige Sauerstoffgabe über eine Nasenbrille oder Maske indiziert sein.

Die Notfallausrüstung an Bord ist unter den verschiedenen Fluggesellschaften bisweilen sehr uneinheitlich. Die Deutsche Lufthansa AG verfügt über eine standardisierte dreistufige Ausrüstung. Das Cabin Attendant Medical Kit kann mit einer Art Hausapotheke für kleinere Unpässlichkeiten verglichen werden. Das First Aid Kit stellt den „Verbandskasten“ an Bord dar. Das Doctors Kit ist der Notfallkoffer im engeren Sinn. Dieser ist verplombt und ausschließlich approbierten Ärz-



**Abb. 5** Automatischer externer Defibrillator an Bord der Deutschen Lufthansa AG. (Aus [15], mit freundl. Genehmigung der MWV).

ten vorbehalten. Der besseren Übersichtlichkeit wegen ist er streng modular aufgebaut. Bei einem medizinischen Notfall darf der „Fliegersauerstoff“ verwendet werden, der primär für die Versorgung der Crew bei einem unvorhergesehenen Druckabfall vorgesehen ist. Der Gasfluss der Vorratsflasche ist fest auf 4 l/min eingestellt. Für den planbaren Transport sauerstoffbedürftiger Patienten steht „additional oxygen“ als Buchungsoption zur Verfügung. Automatische externe Defibrillatoren (AED) sind in Europa nicht immer an Bord von Flugzeugen, die Deutsche Lufthansa AG führt sie auf der gesamten Lang- und Kurzstreckenflotte (Ausnahme: Regionalpartner) mit. Eine Defibrillation an Bord ist allerdings nur selten nötig. Meist dient das Gerät zum Monitoring.

Bei einem Notfall muss rasch über die Notwendigkeit einer außerplanmäßigen Landung (Diversions) entschieden werden. Entscheidungsbefugt ist allein der Kommandant des Flugzeugs.

Typisch für ein akutes Koronarsyndrom sind nitratresistente Stenokardien. In der Regel geben

diese Anlass für eine außerplanmäßige Landung. Primäre Maßnahme bei einer Tachykardie stellen zunächst die Basismaßnahmen sowie verschiedene pharmakologische Optionen dar. Eine R-Zacken getriggerte Kardioversion oder eine Defibrillation bei Kammerfrequenzen von <180 Schlägen/min sind mit dem verfügbaren AED technisch nicht möglich. Bradykarde Herzrhythmusstörungen werden häufig durch eine ausgeprägte vegetative Reaktion (Übelkeit, Vertigo, Angstzustand) ausgelöst. Hier ist eine symptomatische antiemetische oder anxiolytische Therapie mitunter ausreichend. Bradykardien können aber auch auf eine organische Herzerkrankung hinweisen. Pharmakologisch stehen Atropin und Adrenalin zur Verfügung. Eine externe Schrittmacherfunktion hat der AED nicht. Bei Bewusstseinsverlust oder Asystolie erfolgt als Ultima Ratio die Herzdruckmassage.

Ärzte können sich bei der Deutschen Lufthansa AG als „doctor on board“ mit einer speziellen Miles-&-More-Karte registrieren lassen. So können sie bei einem Notfall gezielt angesprochen werden.

### Korrespondenzadresse



**Dr. med. Andreas Gabel**  
Innere Medizin, Kardiologie,  
Arbeitsmedizin, Flugmedizin und  
Notfallmedizin  
Mathystr. 23, 76133 Karlsruhe  
E-Mail: medilekt@t-online.de

Dr. Gabel studierte nach einem Grundstudium der Physik bis 1992 Humanmedizin in Mainz. Seine Dissertation schloss er 1997 ab. Seine klinische Weiterbildung zum Facharzt für Innere Medizin mit nachfolgender Spezialisierung für Kardiologie und internistische Intensivmedizin absolvierte

er am Städtischen Klinikum Karlsruhe. Von 2001 bis 2003 arbeitete er als wissenschaftlicher Assistent am Universitätsklinikum Heidelberg. Seit März 2003 ist Dr. Gabel als kardiologischer Gutachter und flugmedizinischer Sachverständiger (Luftfahrt-Bundesamt, US-Federal Aviation Administration) beim Medizinischen Dienst der Deutschen Lufthansa AG tätig. Zudem arbeitet er als Fachgutachter Flugmedizin für die Landesärztekammer Baden-Württemberg, als Dozent für Verkehrsmedizin für die Landesärztekammer sowie an der Deutschen Akademie für Flug- und Reisemedizin.

### Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.



# CME-Fragebogen

Was ist das häufigste Symptom bzw. Beschwerdebild bei medizinischen Zwischenfällen an Bord von Verkehrsflugzeugen?

- halbseitige Lähmung
- gastrointestinale Beschwerden
- Herzrhythmusstörungen
- Synkope
- nitratresistente Stenokardie

Das Kabinendruckniveau ist auf eine Äquivalenzhöhe von etwa 2400 m Flughöhe begrenzt. Wie hoch ist hier der durchschnittliche arterielle Sauerstoffpartialdruck bei Gesunden?

- 25–40 mmHg
- 40–55 mmHg
- 55–70 mmHg
- 70–85 mmHg
- 85–100 mmHg

Das Kabinendruckniveau ist auf eine Äquivalenzhöhe von etwa 2400 m Flughöhe begrenzt. Wie hoch ist hier die durchschnittliche Sauerstoffsättigung bei Gesunden?

- 60 %
- 70 %
- 80 %
- 90 %
- 100 %

Welche Medikamentengruppe gehört laut Empfehlung der Joint Aviation Authorities (JAA) in das Emergency Medical Kit?

- Heparin
- Opioid
- Antibiotikum
- Neuroleptikum
- Koronardilatator

Wer ist bei einem medizinischen Notfall entscheidungsbefugt, ob das Flugzeug außerplanmäßig gelandet wird?

- der anwesende Arzt
- der Flugzeugkommandant
- der Arzt und der Flugzeugkommandant gemeinsam
- das Flugbegleitpersonal
- der leitende Arzt der Luftlinie

Wie häufig erfolgt eine außerplanmäßige Landung bei einem medizinischen Notfall?

- in etwa 0,8% der Fälle
- in etwa 3% der Fälle
- in etwa 8% der Fälle
- in etwa 13% der Fälle
- in etwa 18% der Fälle

Bei einem medizinischen Notfall kann der Fliegersauerstoff des Luftfahrzeugs für den Patienten verwendet werden. Wie ist die Flussrate voreingestellt?

- 1 l/min
- 2 l/min
- 3 l/min
- 4 l/min
- 5 l/min

Die Deutsche Lufthansa AG hält bei Bedarf das Sauerstoffsystem Wenoll WS 120 bereit. Wie hoch ist die Äquivalenzflussrate, wenn der Wahlschalter auf 0,5 steht?

- 1,2 l/min
- 2,0 l/min
- 2,8 l/min
- 3,6 l/min
- 5,2 l/min

Ein 53-jähriger Passagier klagt während eines Flugs über heftige, ziehende Schmerzen in der Brust. Sie strahlen in den linken Arm und in das Gesicht aus. Die Gabe von Nitroglycerin lindert die Beschwerden nicht. Welche Maßnahme ist jetzt am ehesten indiziert?

- Sauerstoffgabe
- Metoclopramid i.v.
- Amiodaron i.v.
- Furosemid i.v.
- Glucose i.v.

Eine 26-jährige Passagierin ist beim Aufstehen von ihrem Sitz kollabiert, sie wollte gerade zur Bordtoilette gehen. Der Langstreckenflug dauert bereits 11 h. Die Frau war einige Sekunden bewusstlos. Sie ist jetzt noch etwas benommen. Ihr ist leicht übel und sie klagt über ein Druckgefühl auf den Ohren. Sie gibt an, keine Vorerkrankungen zu haben. Bei der Untersuchung fällt ein Blutdruck von 90/60 mmHg auf, die Herzfrequenz beträgt 88 Schläge/min. Grobe neurologische Ausfälle sind nicht feststellbar. Welche Diagnose ist am wahrscheinlichsten?

- akutes Koronarsyndrom
- allergische Reaktion
- vasovagale Synkope
- Thromboembolie
- hypoglykämischer Schock



## Bitte beachten Sie:

- ▶ Antwortmöglichkeit nur online unter: [CME.springer.de/CME](http://CME.springer.de/CME).
- ▶ Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- ▶ Es ist immer nur eine Antwort möglich.
- ▶ Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de) verfügbar.
- ▶ Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter [CME.springer.de/CME](http://CME.springer.de/CME).

### > Mehr Infos online!

Das Literaturverzeichnis finden Sie in der PDF-Version unter: [CME.springer.de/cme](http://CME.springer.de/cme)

