

OFT UNTERSCHÄTZTES RISIKO:
 KOHLENMONOXID-VERGIFTUNG IM COCKPIT
MIT VOLLGAS IN DEN TOD



Nach Überlegungen für einen saisonal passenden Artikel hat sich der Arbeitskreis Flugsicherheit im BWLV für eine Auseinandersetzung mit dem Thema CO-Vergiftung im Cockpit entschie-

den. Er konnte dazu einen Gastautor gewinnen: **Dr. med. Benjamin Schaum**, selbst sehr erfahrener Privatpilot mit Lehr- und Kunstflugberechtigung, Erster Vorsitzender des Aeroclubs Gelnhausen und Fliegerarzt (AME Kl. 1, 2, 3) mit eigener Praxis in Gelnhausen zwischen Frankfurt und Fulda an der A66. **Dr. Schaum hat sich mit seiner medizinischen Expertise aber auch aus Sicht des Piloten mit dem Thema befasst.**

(bis zu zwei Stunden) nicht mehr zur Verfügung. Der Körper beginnt „innerlich zu ersticken“.

In der Natur kommt CO nur in so geringen Mengen vor, dass der beschriebene „Fehler“ des Proteins unter normalen Umständen kein Problem darstellt. In technischer Umgebung, insbesondere bei Verbrennungsprozessen von Kohlenwasserstoffen, entsteht als Nebenprodukt der unvollständigen Verbrennung (die unweigerlich bei jeder Verbrennung vorkommt) CO in größeren Mengen. Bei unseren Flugmotoren trifft das gleichermaßen zu.

Beim Flugzeug findet sich der besondere Fall, dass bei einem luftgekühlten Motor die Heizung oftmals über die Abgassysteme ermöglicht wird. So kann es bei Undichtigkeiten im Abgassystem dazu kommen, das CO durch die Heizungsluft in die Flugzeugzelle gelangt und sich dort anreichert. Aber auch ohne die Nutzung der Heizung kann durch die Luftströmung und die Druckverhältnisse unter der Motorhaube bei undichten Abgassammelsystemen eine beträchtliche Menge an CO in die Kabine gelangen. Jedem sind diese Mechanismen bekannt, das Thema ist nicht neu. Dennoch sterben immer wieder Piloten durch CO-Vergiftungen, ein besonders „prominenter“ Fall war Wolfgang Dallach vor einigen Jahren.



Ein typischer Wärmetauscher bei luftgekühlten Flugmotoren: Dabei wird die Luft, die das Cockpit wärmen soll, um die heißen Bauteile des Abgassystems geführt. Undichtigkeiten im Abgassystem können dabei die spätere Heizungsluft vergiften

Gehen wir den Dingen auf den Grund: Die wichtigste Information liegt in der Physiologie des Menschen. Der Sauerstofftransport im Körper funktioniert über ein komplexes Protein namens Hämoglobin (Hb), auch bekannt als der „rote Blutfarbstoff“. Dieses Protein ist in der Lage, abhängig vom Partialdruck der Umgebung, Luftsauerstoff (O₂) und Kohlendioxid (CO₂) aufzunehmen bzw. abzugeben.

Leider hat dieses geniale Konstrukt einen fatalen „Fehler“. Dieser Fehler macht sich in der natürlichen Umgebung eines Lebewesens nicht bemerkbar, sondern nur unter besonderen Bedingungen. Der angesprochene „Fehler“ begründet sich darin, dass Hämoglobin sehr gern eine Bindung mit Kohlenmonoxid (CO) eingeht, viel besser und stabiler als mit Sauerstoff. In Zahlen ausgedrückt liegt die Affinität zu CO um das 200-fache höher als die zu O₂. Wird dem Hämoglobin durch Einatmen CO angeboten, wird dieses bevorzugt und fester an das Hämoglobin gebunden als Sauerstoff. Hämoglobin, das mit CO „beladen“ ist, steht für den Sauerstofftransport für lange Zeit

Worauf kommt es also tatsächlich an?

Grundsätzlich sind mehrere Faktoren und ihr Zusammenspiel entscheidend: Wieviel Sauerstoff steht zur Verfügung (Partialdruck) und wieviel CO gelangt in die Kabine (Dosis)? Gleichzeitig spielt aber auch die Einwirkzeit auf den Körper eine entscheidende Rolle (Expositionszeit)?

Es dürfte klar sein, dass eine größere Flughöhe durch den reduzierten Partialdruck zu weniger Sauerstoffangebot führt. Somit können die „arbeitslosen“ Hb-Moleküle leichter mit CO besetzt werden. Bei hoher Präsenz von CO geht das sehr schnell. Mindestens genauso gefährlich ist aber auch ein geringerer CO-Anteil, wenn die Einwirkzeit lang ge-

– Anzeige –

Kohlenmonoxidsensor (CO) im USB-Stick Format

NEU

- akustische und visuelle CO-Warnung
- 3 Empfindlichkeitsstufen durch Tastendruck einstellbar
- Logging der letzten 3 Betriebsstunden am PC auslesbar
- Dokumentation der letzten 20 Auslösungen
- Schützt Ihr Leben - einstecken und losfliegen!



Aktionspreis mit Gutscheincode "BWLV" 480€ -> 170€

ADK Avionics • ulli@adk-avionics • www.adk-avionics.de

nug ist – ein CO-Molekül bleibt über Stunden an ein Hb-Molekül gebunden. Wenn Hb-Moleküle CO angeboten bekommen, werden sie den Sauerstoff nicht aufnehmen. Das bedeutet, mit jeder „Transportrunde“ durch den Körper werden mehr Hb-Moleküle mit CO gesättigt, die Aufsättigung erfolgt langsam und das oben genannte „innere Erstickten“ sehr langsam – aber es findet statt!

Für die Praxis...

... ergeben sich einige wesentliche Aspekte, die nach dem oben genannten oftmals zu wenig Beachtung finden. Zunächst wird immer betont, dass CO ja geruchlos und deswegen nicht ohne technische Hilfe feststellbar ist. In unserem Fall wird das CO aber immer vermischt mit normalem Motorabgas transportiert. Das bedeutet, dass wir – eine etwas empfindliche Nase vorausgesetzt – durchaus eine mögliche Bedrohung wahrnehmen können. Hier gilt die alte Weisheit „Wenn es geregnet hat, ist die Straße nass – aber wenn die Straße nass ist, muss es nicht unbedingt geregnet haben...“.

Grundsätzlich gilt die Regel: Motorabgas soll unter keinen Umständen in die Kabine kommen. Taucht Abgasgeruch in der Kabine auf, müssen wir zwingend davon ausgehen, dass CO mit im Gasgemisch enthalten ist. Dabei ist es völlig unabhängig, wie viel CO mit eingetragen wird, an dieser Stelle sei an die Geruchlosigkeit des CO erinnert. Grundsätzlich gilt: Starker Abgasgeruch (große Eintragsmenge) – viel CO, geringer Abgasgeruch – weniger CO, aber es kann eben auch anders sein.

Aus diesem Grund sollte jeder noch so geringe Abgasgeruch in der Kabine ernst genommen und technisch untersucht werden. Bei manchen Mustern ist das Eindringen von Abgas zum Beispiel im Sackflug nicht vermeidbar, aber auch solche Ausnahmen sollte man wissen und beachten. Auch unterschiedliche technische Voraussetzungen können eine größere CO-Menge im Cockpit ermöglichen, auch wenn sie völlig intakt sind. Hier seien vor allem ältere Flugzeuge genannt, bei denen Passungen des Abgassystems komplexer und nicht ganz so



Das Risiko einer Kohlenmonoxid-Vergiftung im Cockpit durch das Abgassystem darf niemals unterschätzt werden

dicht sind wie bei den üblichen, Continental- oder Rotax-Motoren. Ein klassisches Beispiel sind Ringsammler bei Sternmotoren, die aus vielen Teilen bestehen können und sehr viele Übergänge und Anschlüsse besitzen.

– Anzeige –

PARTNER FÜR:

- Pharma- und Halbleiterindustrie
- Biotechnologie
- Mikroelektronik
- Medizintechnik
- Kosmetik
- Chemie
- Umwelt- und Arbeitsschutz
- Behörden ...



CCS

MESSGERÄTE VERTRIEBS-GMBH
CONTAMINATION CONTROL SYSTEMS

SICHERHEIT UNTERWEGS - UNSER TRAGBARES CO-MESSGERÄT

RIKEN KEIKI MODELL CO-04

Das Modell CO-04 von RIKEN KEIKI ist ein **tragbares Gaswarngerät** für die persönliche Verwendung, das für die Detektion von Kohlenmonoxid (CO) in der Umgebungsatmosphäre gedacht ist. Es **misst die Konzentrationen toxischer Gase in der Atmosphäre und gibt einen Alarm aus**, wenn ein vorher festgelegtes Niveau erreicht wird. So werden Benutzer bei Gefahr einer Gasvergiftung und eines Sauerstoffmangels gewarnt. (Wichtig: Die Detektionsergebnisse sind nicht als Schutz vor Lebensgefahr gedacht.)

Bei der Modellvariante CO-04 (C-) beinhaltet der Kohlenmonoxidsensor (ESR-A1CP) eine Korrekturfunktion zur Verringerung der Wasserstoffinterferenz. Diese Funktion ist für Wasserstoffkonzentrationen bis 2.000 ppm geeignet. Das Produkt ist mit einer Datenloggerfunktion ausgestattet, die Messergebnisse und Ereignisse wie Gasalarne, Fehleralarne und Kalibrierung aufzeichnet.



- ATEX-Zertifizierung
- Taschengröße
- Leichtgewicht (93g)
- durchgehende Betriebsdauer ca. 9000 Stunden (2 Batterien AAA).

Mehr Details und weitere CO Messgeräte finden Sie hier auf unserer Website:



Hauptsitz: Burghalde 13, 72218 Wildberg - Sulz Servicebereich: Ehinger 11, 72218 Wildberg - Sulz
Telefon: 07054 · 93 22 - 0 Telefax: 07054 · 93 22 - 20

INFO@CCS-WILDBERG.DE WWW.CCS-WILDBERG.DE

Aber auch Menschen sind unterschiedlich. So wie der eine oder andere weniger empfindlich auf den Abgasgeruch ist, so ist auch die Wahrnehmung anderer Veränderungen unterschiedlich. Aus eigener Erfahrung jedoch kann ich sagen, dass bei nur geringer Zufuhr von CO und längerer Einwirkzeit die psychophysischen Symptome langsamer auftreten. Das bedeutet, man hat eine gute Chance sie auch wahrzunehmen und adäquat zu reagieren.

So habe ich selbst bei einem längeren Flug mit deutlichem Abgasgeruch in der Kabine zunächst den Plan verfolgt, gut zu lüften und einfach weiterzufliegen. Unterwegs wurde mir sehr bald klar, dass ich einer beginnenden CO-Vergiftung unterliege. Ich fühlte mich müde und schlecht, mir wurde bei völlig ruhigem Wetter und besten Flugbedingungen übel und ich bekam stechende Kopfschmerzen. Diese Symptome machten mich geistig wach und ich konnte mit viel Mühe die Maschine landen und sicher abstellen. Ich beschloss, mich abholen zu lassen, aber selbst der Mitflug im Ferry-Flugzeug war grauhaft, die Symptome hielten an, bis ich zu Hause in mein Bett fiel. Am nächsten Morgen hatte ich einen deutlichen „Kater“. Ich hatte die Situation offensichtlich unterschätzt.

In der nachfolgenden Untersuchung stellte sich raus, dass das Abgas über einen undichten Fahrwerksschacht in die

Kabine gesogen wurde und mehr oder weniger direkt aus dem Fußraum in mein Gesicht strömte, trotz der leicht geöffneten Schiebehäube und obwohl das Abgasleitsystem völlig intakt war. Hier wird ein weiterer wichtiger Faktor deutlich. Die Luft in einer Flugzeugkabine unterliegt verschiedenen Strömungen, je nach Typ ist alles möglich und denkbar. Manchmal sind die Strömungen überhaupt nicht nachvollziehbar. Und genau das macht auch die Platzierung eines CO-Warners nicht ganz so einfach.

Er sollte sich am besten am Hemd- oder Jackenkragen oder wenigstens am Gurtzeug des Piloten befinden, um genau dort zu messen, wo die Atemluft aufgenommen wird. In 50 Zentimeter Entfernung am Instrumentenbrett kann die CO-Konzentration ganz anders, vor allem aber viel niedriger sein als in Gesichtsnähe.

Im Falle einer drohenden CO-Vergiftung ist Frischluft das Mittel der Wahl, soviel ist bekannt. Aber diese Frischluftzufuhr muss reichlich sein, und sie muss direkt in das Gesicht des Piloten gebracht werden. Alles andere ist wesentlich weniger bis gar nicht effektiv, wie oben beschrieben eher unberechenbar. Je nach Muster kann das sehr schwierig sein. Es ist sinnvoll, bereits bei der Flugvorbereitung den Fall zu bedenken und Lösungsansätze zu entwickeln.

Grundsätzlich ist jeder CO-Warner besser als keiner. Wenn einer installiert wird, dann sollte man darauf achten, ihn in den Bereich zu setzen, wo er möglichst nah am Kopf des Piloten ist wie oben be-

schrieben. Ist das nicht möglich, hilft es, aufmerksam darauf zu achten, wo Warmluft aus dem Motorraum in die Kabine kommt. In diesen Luftstrom gesetzt, bietet der Melder auch einige Sicherheit.

Ich bin ein Freund von Geräten, die eine Konzentrationsanzeige bieten. Einen solchen mit Klettband zu befestigen, gibt einem die Möglichkeit, ihn auch für einen aussagekräftigen Zeitraum in einen anderen Bereich des Cockpits zu bringen, wenn man das Gefühl hat, dass etwas nicht stimmt. Die angezeigten Werte geben einen relativ guten Hinweis auf den Grad der Gefährdung. Als Beispiel seien einfache Geräte genannt, die bereits für etwa 35 Euro im Fachhandel zu erwerben sind und im Gefahrenfall auch eine sehr laute (jedes Aktiv-Headset durchdringende) akustische Alarmfunktion haben.

Wenig hilfreich finde ich die altbekannten Klebeplaketten mit einem Testfeld und der Aufschrift „Dark Spot Indicates Danger“. Die Haltbarkeit dieser Messplaketten ist sehr kurz, sie sind sehr empfindlich auf Umwelteinflüsse und vor allem sind sie im Zweifelsfall viel zu still – man müsste sie regelmäßig aufmerksam „abscannen“, um etwas zu bemerken. Elektronische Messgeräte jeder Art halte ich für wesentlich besser geeignet.

Die auftretenden Symptome einer CO-Vergiftung sind dosisabhängig. Die nachfolgende Tabelle soll einen Hinweis darauf geben, welche Symptome auftreten können und wie hoch jeweils die CO-Konzentration dabei im Blut bereits ist:

– Anzeige –

SICHERHEIT FÜR ALLE UND JEDEN GELDBEUTEL

irlshop
LUFTFAHRTZUBEHÖR
by Dieter Schwenk
www.irl-shop.de
irlshop@dieterschwenk.de
07381-938760

CO-Konzentration im Blut in %	Typische Symptome
<10	keine
10–20	Leichter Kopfschmerz, Unwohlsein, Übelkeit
21–30	Kopfschmerz, erhöhte Atemfrequenz, Benommenheit, Übelkeit
31–40	Starker Kopfschmerz, Kurzatmigkeit, reduziertes Urteilsvermögen, zunehmende Benommenheit und Übelkeit, Verminderung der Sehschärfe
41–50	Pochender, stechender Kopfschmerz, deutliche Benommenheit und starkes Unwohlsein, Kurzatmigkeit, deutlich verminderte Sehschärfe, Schwindel, Koordinationsverlust, Verlust des Kurzzeitgedächtnisses
>51	Bewusstseinsverlust, eintretender Tod, wenn CO weiter eingeatmet wird

Fazit:

- In keinem Fall sollte man Abgasgeruch ignorieren oder gar „aushalten“!
- Auch Hinweisen von Mitfliegern, möglicherweise auch Fluggästen, sollte man Beachtung schenken.
- Lange Expositionszeiten unbedingt meiden.
- Reagieren und „gegensteuern“, bevor es zu spät ist, im Zweifelsfall Sicherheitslandung ausführen!
- Ein CO-Melder sollte elektronisch, mit ppm-Anzeige und mit deutlichem Alarm ausgestattet sein.
- Ein CO-Melder sollte möglichst nah am Kopf des Piloten angebracht sein.
- Ein CO-Melder sollte mindestens im Luftstrom aus dem Motorraum angebracht sein.

- Die Messung an verschiedenen Positionen der Kabine kann hilfreich sein.
- Frischluftzufuhr im Zweifelsfall immer möglichst direkt ins Gesicht des Piloten.
- CO-Notfallszenario in die Flugplanung mit einbeziehen.
- Flugzeugtyp/Muster genau betrachten – Welche Möglichkeiten, welche Schwächen gibt es? Wie ist die Abgasführung?

Zum Abschluss dieses Artikels hier noch ein Link zu einem Interview mit einem Piloten, der wie unser Gastautor über ein CO-Vergiftungsereignis berichtet. Erstaunlich dabei ist, wie lange es dauerte, bis der Pilot erste Symptome selbst

registrierte und mit welchem großem Glück er überlebt hat:



<https://youtu.be/i2q7TISBFbc>

Text: Dr. Benjamin Schaum
(Co-Autor: Felix Michnacs)

Fotos: Matthias Felsch,
Matthias Birkhold

BÜCHER

ZEPPELIN-KALENDER 2022

DIE SCHÖNHEIT DER SCHWEIZ IN HISTORISCHEN BILDERN



Einst waren sie ungeheuer beliebt, die Tagesfahrten mit dem Zeppelin in die Schweiz. Der aktuelle Zeppelin-Kalender zeigt die Besonderheiten dieser Tagesfahrten in großformatigen Schwarz-Weiß-Bildern

Zu den schönsten Fahrten mit dem Luftschiff gehörten einst die Tagesfahrten von Friedrichshafen aus in die Schweiz. Immer wieder einmal zwischen den Südamerikafahrten ins Fahrprogramm eingeschoben, entwickelten sich die Ausflüge ins Nachbarland Anfang der 1930er-Jahre zu einem regelrechten Kassenschlager. Rund 70 Mal besuchte das Luftschiff LZ 127 „Graf Zeppelin“ in den Jahren 1929 bis 1934 das idyllische Alpenland. Die beliebten Touren wurden erst eingestellt, als der Südamerikadienst zu einem 14-tägigen Linienverkehr ausgedehnt wurde und kaum noch Zeit für andere Fahrten blieb.

Zwölf eindrucksvolle Motive aus dem Fundus des Archivs der Luftschiffbau Zeppelin GmbH lassen die Schönheiten dieser Tagesfahrten auch heutige Betrachter nacherleben. Zu sehen sind zum Beispiel der Rheinfall und das Kloster Einsiedeln, die weißen Kalkfelsen des Schweizer Jura, der Vierwaldstätter See und die Viertausender des Berner Oberlands.

Die Ästhetik der Schwarz-Weiß-Aufnahmen kommt auf dem großen Kalenderformat gut zur Geltung und macht auch kleinste Details sichtbar. Ein ausführlicher Begleittext und Bildunterschriften von Barbara Waibel, der Leiterin des Archivs der Luftschiffbau Zeppelin GmbH, informieren auf der letzten Kalenderseite über die Schweizfahrten der 1930er-Jahre. Alle Informationen zur Bestellung gibt es auf der Website des Herausgebers www.luftschiiffbau-zeppelin.com oder beim Archiv der Luftschiffbau Zeppelin GmbH, das auch Bestellungen entgegennimmt unter Telefon 07541 3801-70/-71 oder per E-Mail unter archiv@zeppelin-lz.de. Der Kalender ist zudem im Shop des Zeppelin Museums, im Shop der Deutschen Zeppelin-Reederei oder im regionalen Buchhandel erhältlich

Zeppelin-Kalender 2022

**Herausgeber: Luftschiffbau Zeppelin GmbH,
Friedrichshafen**

Format: 68 x 49 cm

12 Kalenderblätter, ein Deckblatt (schwarz-weiß)

Einzelpreis: 31,50 Euro (Einzelversand innerhalb Deutschlands: 7,70 Euro)

Selbstabholer: Abholung im Archiv oder im Shop des Zeppelin Museums

Text: red.

Foto: z