
In to thin air

Text und Bilder: Heini Schaffner

Wiederum nähert sich die beste Jahreszeit für tagelange Hang- und Wellen-Streckenflüge im europäischen Süd- oder Nordföhn oder in Patagonien und damit die verlangten, wenn auch selten bewilligten Freigaben für Höhen über FL 200 durch einige mutige und turbu-

lenz-resistente Alpensegelflieger. Der vorliegende Aufsatz möchte die flugmedizinischen Gefahren erklären und wie man sich dagegen am besten wappnet, auch für Flüge **oberhalb** FL 200.



1. Ratschläge gegen die Kälte:

Ohne hier den Leser mit Selbstverständlichkeiten langweilen zu wollen, gehören nebst den langen Unterhosen auch Wollsocken bis zu den Knien, eine mehrschichtige und aussen wattierte Bekleidung und v.a. hochreichende, isolierende Ueberstiefel, so wie eine der bewährten, verlustfreien Pinkeleinrichtungen und -techniken zu den Imperativen. Nur grad auf heizbare Schuh-einlagen zu vertrauen könnte sich mit hartnäckigem Sohlenbrennen bei sonst kalt verbleibenden Unterschenkeln rächen, da die thermo-konservierende Gefäßverengung den ganzen Unterschenkel betrifft, nicht nur die Füße. Hauptursache ist aber der Mangel an zirkulierendem Blutvolumen, infolge Wasserverlusten durch die feuchte Ausatemungsluft (perspiratio insensibilis), zusammen mit einer vertieften und frequenteren Atmung,

so wie der bekannt vermehrten Urinausscheidung bei Kälte.

Um Haubenvereisung durch die feuchte Ausatemungsluft zu verhindern und seinen Hals trotz des eiskalten Lüftungsausstromes warm, schmerzfrei und noch voll drehbar zu erhalten, empfiehlt sich eine thermoisolierende Sturmhaube oder ein Halsschoner (Army-surplus), welcher bis über Mund und Nase hochgezogen werden kann. Man schützt damit auch seine Ohren vor der intensiveren UV-Strahlung und vermindert damit das Risiko für einen allfälligen Hautkrebs (Basaliom) der Ohrmuschel. Da evtl. trotzdem Haubenvereisung entsteht, gehören zur Ausrüstung auch ein Schaber mit weicher Silikonlippe, Enteisungsspray, so wie mehrere Mikrofaser-tücher.

Wer die unverzichtbare Kompensationsflüssigkeit in genügender Menge (Durst ist keine Option!) aus einem Trinksack bezieht, tut gut daran, dessen Trinkschlauch schwarz zu ummanteln, damit der kälteexponierte Schlauchinhalt nicht gefriert, oder noch besser, die Trinksame als leicht gesüßten warmen Tee aus einer Thermosflasche zu beziehen.

2. Wie wird Hypoxie im Fluge vermieden?

Mittlerweile hat sich glücklicherweise der Frühbeginn mit Zusatz-Sauerstoff für alle hochgehenden und langdauernden Alpenstreckenflüge durchgesetzt, damit die Sinne nicht bereits vor dem Erreichen einer sauerstoffpflichtigen Höhe getrübt sind und der Alpenflug ohne Stirnkopfweg und Flugmüdigkeit auch wirklich genossen und sicher durchgeführt werden kann.

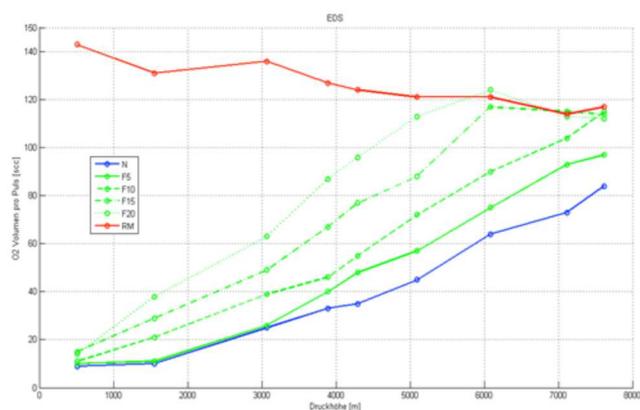
Anstatt den Bedenken zu erliegen, dass bei Frühbeginn mit Zusatz-Sauerstoff (z.B. EDS auf N oder D5 ab Start) dann frühabends in der Welle die O₂-Flasche leergeatmet ist, gehört zur Flugvorbereitung, prinzipiell mindestens über insgesamt zwei volle (200 bar) 3-Liter Flaschen für beide Piloten zusammen zu verfügen, also über 2 x 600 l. Auf und oberhalb 6'000 m errechnet sich der höchstmögliche O₂-Verbrauch auf max. 90 expandierte Liter pro Pilot und Flugstunde; (12 AZ /min x Pulse von max. 125 ml/AZ x 60 min). Eine 3.0 Liter-Flasche mit 200 bar enthält ja expandiert 600 Liter, wobei aber die letzten 60 bar nicht mehr auf über 6'000 m verbraucht werden sollen. In der gemeinen Alpenflugpraxis, trotz Frühbeginn mit Zusatz-O₂, deutlich weniger, da man ja meist unterhalb 6'000 m fliegt. Ab Aspres verbrauchte der Autor typischerweise aus einer vollen 3.0 Liter Flasche mit 200 bar (mit EDS-setting D5) jeweils für beide Piloten zusammen in zwei 5-stündigen Flügen bis 4'000 m nur 130 bar, also 390 expandierte Liter O₂. Mit dem jeweiligen Restdruck von 70 bar in der 3.0 Liter Flasche reicht es aber zu zweit nicht mehr für einen dritten solchen Alpenflug; warum genau erklärt der übernächste Abschnitt.

Ebenfalls sollen in beiden EDS neue Batterien eingesetzt sein, denn ein Batteriewechsel (z.B. wegen ausgereizten Batterien) im turbulenten Föhnflug, dazu noch mit kalten, ungeladenen Fingern wäre schlicht unvorstellbar; es

soll schon vorgekommen sein, dass die frische Batterie beim versuchten Einsetzen wegsprackte und sich irgendwo im Flz. verlor und auch, dass beim älteren EDS-D1 die stromführenden Drähte zur 9V Batterie dabei ausgerissen wurden...

Der einstufige Druckminderer XCR soll das EDS mit 1.5 bar statischem Sekundärdruck (auf 1.0 bar abfallend während der Einatmung) versorgen. Diese Sekundärdrücke garantieren den nominalen Flow von 15 l/min, auf welchem die Kalkulation der nötigen Pulslänge entsprechend der Flughöhe und den F-Positionen basiert. Das EDS fraktioniert dann diesen nominalen Flow entsprechend der Atemfrequenz in O₂-Pulse, die zu Beginn jeder Einatmung in die Nase gepupft werden (analog fuel injection...!).

Leider hat die nur einstufige Bauweise des Druckminderers den Nachteil, dass unterhalb 60 bar Restdruck im Druckzylinder der Sekundärdruck deutlich abfällt. Das EDS pufpt dann zwar ohne Alarm weiter, aber die abgegebenen Pulse werden immer leiser und schwächer. Dieser Umstand kann nur unvollständig durch eine manuelle O₂-Pulsverlängerung, mittels der F-Positionen des EDS, wettgemacht werden. Dabei ist zu beachten, dass die Positionen F10, F15 und F20 bereits unterhalb 6'000 m Flughöhe bei max. 0.5 sec Oeffnungszeit des Magnetventils plafonieren, entsprechend der höhenunabhän-



gigen Maximalposition R/M.

Jede Ueberlänge der afferenten PU-Druckschläuche und/oder des Nasenkanülen-Zufuhrschlauches, bremsen den O₂-Flow zusätzlich, was > 6'000 m definitiv unerwünscht ist. Deshalb sollte man mit weniger als 60 bar Restdruck im O₂-Zylinder abends nicht mehr ober-

halb 6'000 m unterwegs sein, sonst könnte es rasch ungemütlich werden wenn die O₂-Flasche infolge der kompensatorisch verlängerten Pulse schneller leer geatmet ist.

Bei einzigen EDS O₂D1 pro Pilot, plafoniert die O₂-Abgabe jedenfalls ab 6'000 m und der Pilot, v.a. der gestresste oder gewichtige > 70 kg, riskiert weiter oben trotzdem das Auftreten einer hypoxischen Symptomatik (weiter unten detailliert), auch wenn sein EDS subjektiv weiter operationell ist.

Eine mögliche Lösung für mehr Sauerstoff ab 6'000 m wären **zwei** EDS pro Pilot, nebeneinander oder übereinander angeordnet und parallel miteinander verschlaucht, übrigens eine praktizierte Idee von Klaus Ohlmann. Die exakt synchrone Pulsabgabe wäre dabei zufällig, hingegen würde eine zu lange Pulsdauer (>0.5 sec) nur unnötig Sauerstoff in den unwirksamen Totraum- oder Pendelluft-Anteil der Einatmung vergeuden, v.a wenn nicht jedesmal bewusst tief eingeatmet wird. Es lohnt sich auch, für das EDS-O₂D2 (dasjenige das beide Piloten versorgen kann) für den PU-Zufuhrschlauch zwischen XCR-Druckminderer und dem EDS die Durchmesser 6/4 mm (anstatt 4/2.5 mm) zu verwenden, damit der Flow wenigstens maximal möglich ist, wenn er auf beide, zufällig gleichzeitig einatmenden Piloten aufgeteilt werden muss. Bei zwei individuellen EDS erhält derjenige Pilot mit dem kürzeren Zufuhrschlauch ab Verzweigung mehr Sauerstoff, also meist nicht der vorne sitzende.



Auf 6'000 m reduziert sich das V_{ne} auf noch 235 km/h IAS (in ruhiger Luft notabene), wobei die meisten schnellen Doppelsitzer mit hinterer Schwerpunktlage ab ca. 140 km/h leider nicht weiter kopflastiger getrimmt wer-

den können. Eine plötzliche Ohnmacht würde u.a. auch den unmittelbaren Verlust des Muskeltonus bewirken, auch denjenigen im rechten Arm, der den Steuerknüppel entgegen der Federkraft in der vorderen Position festhalten muss. Die flugzeugstatischen Folgeereignisse, falls er vor dem Kollaps deutlich oberhalb VA (maneuvering speed) flog, sind nicht auszudenken!

Da übermäßiger Muskeltonus mit dem entsprechenden O₂-Mehrverbrauch (bei Föhnstreckenflügen ja wegen Stress, Turbulenzen, Kältezittern und Hyperventilation eigentlich die Regel) indirekt auch das O₂-Angebot ans Hirn reduziert ("steal"-Effekt), erfordert dies eine generöse Anwendung der pulsverlängernden F-Positionen des EDS v.a. oberhalb 6'000 m und sowieso imperativ beim Älteren. Hier irgendwelche O₂-Oekonomie praktizieren zu wollen ist unsinnig; auch im Doppelsitzer, trotz der Unwahrscheinlichkeit, dass beide Piloten gleichzeitig schlapp machen. Man bedenke auch, dass bei einer plötzlichen Ohnmacht des PIC's diesem vom Copiloten, ausser dem sofort eingeleiteten Notabstieg in Richtung einer Landemöglichkeit in einem Spitalrayon, keine weitere therapeutische Hilfe zukommen kann. Fehlt's wirklich nur am Sauerstoff, so kann das sofortige Aufsuchen einer niedrigeren Flughöhe u.U. vor zusätzlichen, neurologischen Spätschäden bewahren, auch wenn dafür das Potential an OLC-Punkten Schaden nimmt...

Der mittlerweile seit 60 Jahren ziemlich stagnierenden Fachliteratur über Flugmedizin ist zwar zu entnehmen, dass auf 7'620 m (FL 250) noch immer eine sog. **"time of useful consciousness"** oder, etwas moderner ausgedrückt die sog. "effective performance time" von wenigstens 3-5 min besteht. Leider nehmen viele Aeronauten diese für bare Münze und wähen sich in falscher Sicherheit durch diese scheinbar genügende Selbstrettungszeit. Sie übersehen dabei, dass die diesbezüglichen Studien noch aus der Zeit zwischen 1945 - 1960 stammen und in, kleinräumigen, zimmerwarmen und evtl. O₂-angereicherten Unterdruckkammern (durch die viel überschüssiges O₂ ausatmenden, bestens oxygenierten, maskentragenden Aerzte) ermittelt wurden. Damit die damaligen Versuchspersonen, meist junge, fitte Militärflyer (denn ältere Piloten gab's damals noch nicht oder schon nicht mehr...), überhaupt wach bleibend auf diese, sonst nicht lange überleb-

bare, Ausgangshöhe von 7'620 m gebracht werden konnten, musste der simulierte Höhengaufstieg mit Hilfe einer dichten Sauerstoffmaske (meist mit reinem O₂) erfolgen. Eine solch komfortable Ausgangslage ist aber nicht vergleichbar mit der Situation des frierenden, leicht hypoxischen und dehydrierten Wellen-Strecken-Veterans auf vergleichbarer Höhe, der mit seinem EDS vor der unerwarteten O₂-Panne leider nicht über die gleichen O₂-Reserven in der Lunge verfügt. Auch dauert es erfahrungsgemäss meist eine Weile bis der allfällige, vom EDS ausgehende Alarm beim obligatorischen Lüftungsgeräusch und mit ausgewölbten Trommelfellen überhaupt wahrgenommen, richtig zugeordnet und interpretiert wird. Dies v.a wenn das EDS in der Seitentasche verstaut, anstatt am Ohr- und Augen nahen Schultergurt befestigt ist. Die "time of useful consciousness" erklärt sich hauptsächlich durch die noch verfügbaren Lungen-reserven für max. 3-4 min (allerdings nur, falls vorgängig reiner O₂ geatmet wurde). Der eigentliche, neurologische Zerfall erfolgt anschliessend nämlich Schlag auf Schlag. Erfahrungsgemäss gilt, dass nur die kurz dauernden, Hypoxien, auch die mittelschweren, meist ohne bleibende Hirnschäden verlaufen. Jede länger andauernde Hypoxie, v.a. die schwere, die zur Bewusstlosigkeit führt, kann dagegen zu Spätschäden des Nervensystems führen, welche bis zum Vollbild der Senilität reichen können (i.e. Verlust von Gedächtnis, Konzentrationsfähigkeit und mentaler Flexibilität, Verlust des verbalen Lernens, allg. Verlangsamung, Versimpelung des sprachlichen Ausdrucks, Nivellierung des Gefühlslebens, Beziehungsunfähigkeit, visuelle und verbale Erkennungsstörungen, geringe Belastbarkeit und schnelle Ermüdung, Hirnrindenschwund, etc.) Heute wird sogar diskutiert, ob wiederholte Hypoxien und Stress mit einem frühen Alzheimer assoziiert sind.

Ein zweites, leicht greifbares und sofort einsatzbereites, so wie von der Bord-Sauerstoffflasche unabhängiges **Notsystem** wäre z.B. das japanische Oxy-Mini-Set. (€ 150.--, Ersatzpatrone € 30.--) Dieses liefert aus einer auswechselbaren Patrone max. 2 l/min O₂ für noch 9 min Atmungszeit während des Notabstiegs. Die Applikation erfolgt dabei entweder über die bereits angesteckte Mini-Maske oder nach geglücktem Umstecken als Dauerflow über die verbleibenden Nasenkanülen. Ein solches unabhängiges Notsystem betrachtet der



Autor als **unverzichtbar** > 6'000 m. Man setze nur mal die "de facto" inexistente Selbstretentionszeit in Relation zur verstreichenden Zeit von 6 min (bei -7m/sec) für einen Notabstieg z.B. aus 8'400 m auf noch knapp lebenserhaltende (jedoch noch keineswegs flugtaugliche!) 6'000 m Höhe, um die gerne zitierte "time of useful consciousness" als Sicherheit ernst zu nehmen. Diese ist "in praxi" meist bereits abgelaufen bis die Ursache Hypoxie überhaupt erst erkannt ist, sofern sie einem bereits hypoxischen Gehirn überhaupt noch in den Sinn kommt... Eine vorgängige Hypoxie-Demo in einer Unterdruckkammer wäre sicher wertvoll, ist aber noch keine Ueberlebens-Garantie und erst recht kein Ersatz für taugliche, prophylaktische Vorkehrungen oder gar Desinteresse für's nötige Fachwissen. Ein EDS ist nicht einfach "connect and breathe" und ein Pulsoxymeter auch nicht bloss "clip and read"..!

Beispielsweise begann ein unerwarteter, hypoxischer Zwischenfall beim Autor als "pilot flying" (26.11.2008, Patagonien, Nimbus 4 DM auf FL 250) mit einem nicht abklingen wollenden, unerklärlichen, leichten Hüsteln aus heiterem Himmel (unerklärlich, da vorgängig weder erkältet, verschluckt noch verschluckt). Logischerweise konnte er derart nicht mehr gleichzeitig tief einatmen und somit auch sein EDS mit setting F10 nicht mehr triggern, weshalb der Autor versuchte, im Hinblick auf den erwünschten Ueberlebensfall, die F-Position noch schnell auf R/M zu rasten. Dabei konnte er, obwohl noch bei geringem Restbewusstsein, die angewählten "settings" bereits nicht mehr entziffern, da seine Sicht schon grob unscharf war. Sodann schrumpfte sein Gesichts-

feld bis zum **Tunnelblick** und er befand sich in einem stuporösen Zustand, einem Handlungsunvermögen bei noch offenen Augen. Hingegen funktionierte das Gehör noch einigermaßen, denn er vernahm von hinten deutlich Jean-Marie Cléments Aufschrei: "Tu voles ce planeur ou pas"? Während sowohl das ständige Hüsteln, wie auch der Stupor keine verbale Antwort mehr zuließ, fühlte der Autor am heftigen Ruck des Knüppels, dass Jean-Marie glücklicherweise das Steuer übernommen hatte. Offenbar hatte aber auch der ebenso schwere hypoxische Hustenreflex bei noch erhaltener Spontanatmung den Geist aufgegeben, denn als der Autor wieder zu sich kam (weil sein EDS nun wieder periodisch getriggert wurde) und sich nach einigen Minuten sogar wieder einigermaßen flugfähig fühlte, erwies sich die angewählte F-Position nicht als die vermeintlich gerastete R/M, sondern wurde wegen verkehrter Drehrichtung auf N (gottlob nicht auf Off...!) vorgefunden. Dieser saugefährliche Zwischenfall, so wie weitere schwere hypoxische Vorfälle bei anderen Piloten sind in Jean-Marie Cléments reich bebildertem Buch, "Danse avec le vent/Dancing with the wind" im Kapitel 12 ausführlich beschrieben und erklärt.



3. Wie wird die genügende O₂-Versorgung ab 6'000 m vom Piloten monitoriert und die ungenügende unverzüglich entdeckt?

Zum Beispiel durch Achten auf subjektive Anfangssymptome einer sich verschlimmernden Hypoxie und/oder akuten Höhenkrankheit. Jede Besserung innert Minuten auf eine Sau-

erstoffdusche (Notsystem) war vorherige Hypoxie!

a) Bei nur leichter Hypoxie: Abnahme von Wille, Geduld und Neugier; unerklärliche Müdigkeit ("flight fatigue") mit kurzem Einnicken ("naps"); Vergesslichkeit; sture Zielverfolgung anstelle der Suche nach besseren Optionen; Denkfaulheit und auftretende Denkblockaden; fehlendes Bedürfnis für Info oder, falls diese bereits vorliegt, für deren zügige Verarbeitung; verspätete, unvollständige oder unterlassene Kommunikation mit ATC; anstelle von Multitasking nur visköses Abarbeiten des Dringlichsten; oberflächliche, verspätete, unvollständige oder gar unterlassene Gedankengänge, Ausführungen und Reaktionen; verspätetes Situationsbewusstsein, reduzierte Urteils- und Entscheidungsfähigkeit, fehlende Aufmerksamkeit, das analytische Denken weicht einem Computerdenken; verminderte Konzentration, Ausdauer, Aufnahme- und Lernfähigkeit; naive Gutgläubigkeit anstelle von gesundem Misstrauen; Demotivation, Unlust und irrationale Abneigungen; kurzsichtige Planung, Trägheit, Sorglosigkeit, Gleichgültigkeit gegenüber operationellen Erfordernissen; leichte Sehstörungen (rasche Flugzeugerkennung), Abnahme des Wohlbefindens und des Fluggenusses, meist wegen etwas Stirnkopfweg.

b) Im Falle der akuten EDS-Sauerstoffpanne

Blutdruckanstieg (Druck im Kopf und auf der Brust) Pulsanstieg; Dauergähnen; Wärme- oder Kältegefühl, Atmungssteigerung (zuerst nur vertiefte, dann auch raschere Atmung); Anstrengungs-Atemnot; violette Lippen (Cyanose), doch blasse, kaltschweissige Hände; Unscharfsehen, schwarzer anstatt hellblauer Himmel; Farbsehverlust unmerklich, jedoch Aufleuchten aller Farben Minuten nach Applikation des Not-O₂-Systems; Einengung des Gesichtsfeldes mit schliesslichem Tunnelblick, Stupor = Denk- und Handlungsunfähigkeit vor Ohnmacht; nach dem Zwischenfall retrograde Amnesie; akutes hartnäckiges Stirnkopfweg (= ebenfalls Kardinalsymptom der Akuten Höhenkrankheit), unlogische Schlappeit; Ameisenlaufen an Fingern und Mund (= Frühsymptom der Hyperventilation), in der Regel Besserung aller Symptome 3-4 min nach Applikation des O₂-Notsystems, etc.

c) Erkennung durch den nicht betroffenen Piloten im Doppelsitzer oder die Bodencrew am Funk:

Verworrene und verwaschene Sprache des hypoxischen Piloten; verzögerte, falsche oder fehlende Antworten auf Fragen der Bodencrew, unverständene Fragen; unterbrochene Sätze; Wiederholungen; Stimmveränderung (wegen Hypoxiestress, oder partiellem Stimmritzenkrampf); unbegründete Euphorie mit Lallen, unlogische Fragen und Antworten, Kleben an einem Nebenproblem; Unmöglichkeit einfache Rechenaufgaben zu lösen.

Bei hochgehenden Wellenflügen soll die häufige, gegenseitige optische und verbale Ueberwachung der Piloten die Regel sein.

d) Hauptursachen akuter Hypoxie:

O₂-Flasche zu oder fast bis ganz leer, EDS stromarm d.h. Magnetventil bleibt zu --> lässt keinen Sauerstoff mehr durch, Nasenkanülen verrutscht (deshalb N'kanülen **v o r** dem Start anlegen und guten Sitz gegenseitig überprüfen, zwecks periodischer Kontrolle Handspiegel an Bord nötig), chaot. Triggerung wegen zu kleinen Nasenkanülen in viel zu grossen Nasenlöchern; Schlauchtrennung oder -knickung; Husten, da ausatmend, verunmöglicht die Triggerung des EDS; unterlassene bessere O₂-Anreicherung der Lungen (Präoxygenation) mittels der R/M Position des EDS, z.B. vor dem bekannt mühsamen Pinkeln, Atemanhalten während der Vollabsorption mit einem drängenden Problem, ungenügendes EDS-"setting" beim Älteren, Uebergewichtigen oder beim starken und lang-jährigen Raucher; Erkältung mit oder ohne Fieber; Kältezittern; zu lange mit dem Sauerstoffzusatz zugewartet --> beginnendes Lungenoedem (der Akuten Berg- oder Höhenkrankheit).

e) Monitoring mit dem Pulsoxymeter (POM)?

Aussagekräftig und instruktiv ist eigentlich nur die "postflight"-Analyse mit einem sog. registrierenden Handgelenks POM (z.B. das CMS 50 F oder CMS-50 I von Contecmed in China, bei dem der gummigeschützte Fingersensor mit einem Lederfingerling (Daumengrösse) vor seitl. einfallendem Sonnenlicht geschützt wird.

Dieses POM zeigt nach dem "download" über ein USB-mini Kabel auf den PC (max. 12 h/ Akkuladung) nebst dem Verlauf der O₂-Sättigung auch den der gemittelten Pulsfrequenz, so wie die dazu gehörige Fingerpuls-

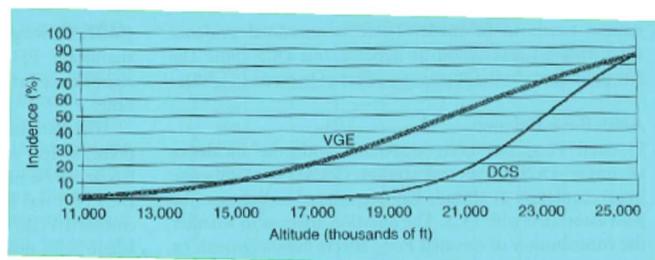
qualität und die Uhrzeit. Die grau markierten Abschnitte bei Artefakten oder Funktionsausfällen sollen Fehlinterpretationen verhindern. Eine gewisse Erfahrung mit der Auslesung und Interpretation (...kann sowas überhaupt sein?) ist dabei aber nötig.



Der Autor rät von den billigen "clip and read"-Finger-POM ab, da diese allfällige Bewegungs- und Lichteinfall-Artefakte nicht anzeigen. War die Messung infolge Verrutschens des Fingersensors oder abwesendem Fingerspitzenpuls unmöglich, wird einfach der bisherige Wert weiter angezeigt. Ausserdem sind die variablen Werte aus Direktablesung, v.a. in einem bereits hypoxischen Hirn, sowieso nicht mehr speicherbar und die erlebten, gefährlichen, hypoxischen Zwischenfälle können so auch nicht rational und instruktiv nachvollzogen werden.

Eine normale O₂-Sättigung mit Birrfehlluft wäre 98% beim Kind, 96% beim Jungpiloten, 92-94% beim älteren Gesunden, doch nur noch 85-90% beim regelmässigen Raucher. Auf 3000 m ist diese (vor Zusatz-O₂) beim jüngeren Aeronaute aber bereits bei 88%. Unterhalb 90% wird der Stoffwechsel des Gehirns deutlich anaerob (mit reduzierter ATP Verfügbarkeit). Uebrigens gibt so ein POM nur eine ungefähre Auskunft über die Lungenfunktion. Verglichen z.B. mit der gesamten Transportkapazität einer Airline also nur gerade eine über die mittlere Sitzplatzauslastung ihrer Flotte. Die zum Fliegen massgebendere Hirnfunktion lässt sich live im Segelflugzeug leider noch nicht technisch monitorisieren (hingegen mit genügend O₂ optimieren); sie misst sich aber retrospektiv an den effektiv vollbrachten Leistungen (inkl. OLC, "accident reports" und Todesanzeigen) gut abschätzen, leider manchmal etwas zu spät...

4. Gefahr des venösen Gas-Ausperlens (VGE) und der Dekompressionskrankheit (DCS) des Aeronauten



Die Akute Dekompressionskrankheit wird nicht häufig rapportiert, doch **beginnt** die Gasaustritt aus dem Plasma bereits unterhalb 4'000 m. während eine DCS angebl. risikoarm sein soll unterhalb 6'000 m (ohne vorherigen Tauchgang notabene innerhalb den vergangenen 24 h). Mehrere Arbeiten beschreiben sie in verschiedenen Ausprägungsformen, sofern der statische Ausgangsdruck wenigstens halbiert wurde, doch mit dem Auftreten frühestens nach 15 min. Wie bei der Höhenhypoxie sind die Steiggeschwindigkeit, die erreichte Höhe und die dortige Aufenthaltsdauer die entscheidenden Faktoren. Beim hypothetischen Start auf Meereshöhe wäre der halbe stat. Druck also bereits auf 5'500 m erreicht und auf 8'300 m ist er nur noch 1/3 !

Wie beim Coca-Cola, allwo das unter Druck abgefüllte CO₂ nach dem Öffnen des Deckels ausperlt, lösen sich beim Aeronauten bereits ab Jungfrauochhöhe vorher physikalisch gelöste Blutgase als feine Bläschen aus dem venösen Blut. Meist werden diese in der Lunge fortlaufend wieder abgeatmet. Ist diese pulmonale Elimination überfordert, "verstopfen" diese nach ihrer Konfluenz zu grossen Gasblasen ("air lock") auch kleinere und grössere Arterien, auch die des Gehirns, da Gasblasen in einer Flüssigkeit gerne aufsteigen.

Erste Symptome können ein Hautjucken, Gelenkschmerzen (sog. "bends" v.a. in Schulter, Ellenbogen, Hand und Knie), so wie Skelett- und Muskelschmerzen sein, doch auch schwere, apoplektische Verläufe sind beschrieben (Brustschmerz, "chocking", hartnäckiger Reizhusten, Atemnot). Die akute Fluguntauglichkeit tritt meist durch Hörsturz, Schwindel, Teilerblindung, Sprech- oder Halbseitenlähmung ein.

Eine taugliche Prophylaxe besteht nur in einer vorgängigen (noch auf dem Flpl. und vor dem Start) halb- bis einstündigen, reinen, 100-pro-

zentigen O₂-Voratmung (mit dem EDS nicht zu bewerkstelligen, nur mit einem offenen System mit dichter Maske) zur partiellen Abatmung des Stickstoffgehaltes im Blut. Eine vollständige N₂-Abatmung erfordert hingegen 12 h Voratmung.

Hat der Aeronaut auf diese reine O₂-Voratmung verzichtet und trifft ihn die Gasembolie ("Tiny bubbles, huge troubles") hoch oben im Fluge, so hilft eine sofortige, willentliche Atmungssteigerung mit Sauerstoff (Pos. R/M des EDS). Sodann soll man mit einem schnellen Abstieg zum nächsten Landeplatz wieder re-komprimieren und die REGA zum voraussichtlichen Landeort bestellen, welche dann im Tiefflug mit dem Heli zur nächsten Uniklinik mit Ueberdruckkammer fliegt.

Der Autor hat früher u.a. für einen "Flying doctor" (HNO-Arzt) Narkose gemacht, dem solches auf dem transatlantischen IFR-Ferryflug mit seinem fabrikneuen Motorflugzeug passiert ist und der seither beim Operieren leicht handycapiert ist.

Selbstverständlich würde eine "explosive" Dekompression in einem Airliner schon wegen der meist grösseren Flughöhe und trotz besserer Absinkgeschwindigkeit wesentlich spektakulärer verlaufen. Beim schweren Unfall der Aloha Airlines (flight 243, Hilo to Honolulu, vom 28.04.1988), deren B-737-297 auf einer für uns vergleichbaren Höhe von nur FL 240 (7'300 m) flog bis sie "abdeckte", verblieben von ihren 89 Passagieren deren 59 "slightly hurt", 8 "severly hurt", doch darunter leider auch eine 58-jährige, verstorbene (herausgesogene) flight attendant.



Sorry, wollte den geneigten Lesern nicht Angst und Schreck einjagen, sondern nur aufzeigen, dass hoch oben mannigfaltige Gefahren lauern, welche u.a. auch eine flugmed. Flugvorbereitung erfordern.

Gut Höhenflug wünscht Euch *der O2-Heini*