

Schwerelosigkeit erleben – Zero G für alle
Expériences en apesanteur – le Zéro G à la portée de tout un chacun

Nr. 12 · Dezember / Décembre 2016 · 113. Jahrgang · CHF 9.–



Dossier
Wir erlauben uns
eine teure Individualität

Géologie
La gestion des matières
premières minérales

Mobilité
EPFL : à Martigny, la
station service du futur

Swiss Engineering
111 Jahre
Swiss Engineering

Schwerelosigkeit erleben / Les vols Zéro G

- 7 L'apesanteur à la portée de tous
- 8 « L'apesanteur ? Comme une plume qui virevolte de-ci, de-là »
- 12 Ausflug in Hypergravitation und Schwerelosigkeit – ein Erlebnisbericht
- 14 Swiss Parabolic Flights: Fliegende Forschung

Mobilität / Mobilité

- 18 Martigny: l'EPFL a inauguré la station-service du futur
- 20 Die Automobilindustrie im Sog der Digitalisierung

Géologie

- 22 Un défi de gestion pluridisciplinaire

Électrotechnique

- 25 Surmoulage direct pour protéger l'électronique

Industrie 4.0

- 28 La 4^e révolution industrielle est en marche (II)

DOSSIER, Technik und Gesellschaft

- 31 «Wir erlauben uns eine teure Individualität»
- 35 Vernetzung gelingt auch mit low power

Swiss Engineering

- 48 Fachgruppe FGAM offiziell gegründet
- 49 111 Jahre Swiss Engineering
- 50 «Karriereplanung 2.0 – Deine Zukunft beginnt jetzt!»
- 50 Baulösungen im Zeitalter der Digitalisierung
- 51 Visite des laboratoires Mhylab
- 52 L'ingénieur-e comme levier clé d'une stratégie innovante



Rubriken / Rubriques

- 4 Szene / Actualités
- 16 Weiterbildung
- 40 ProdukteneWS
- 41 Nouveautés
- 54 Zoom



TITELBILD 25 Privatpersonen und 15 Forschende nahmen am 22. Oktober am Zero G Flug von Novespace teil. – Photo (c): Novespace

EN COUVERTURE 25 particuliers et 15 scientifiques ont pris part le 22 octobre dernier au vol Zéro G de la «Swiss SkyLab Foundation» / Dovespace dans l'Airbus A310 ZERO G de Novespace. – Photo (c): Novespace



Roland J. Keller
Rédacteur en chef
SWISS ENGINEERING
Revue Technique Suisse RTS

La thérapie du Zéro G

Virevolter en apesanteur n'a rien de commun avec la nage. En premier lieu, parce qu'en barbotant dans l'eau, le corps se meut en proie aux éléments, tandis qu'en apesanteur l'espace se vide de sa substance. L'absence de poids provoque une sensation de non-orientation qui perturbe, de prime abord. L'œil a besoin de repères pour savoir où s'agripper, se tenir, mais surtout pour s'orienter. On reconnaît le haut du bas par la forme de l'habitacle et non par son ressenti.

La microgravité donne un sentiment de ne plus appartenir à soi. Cette forme de légèreté est déroutante, mais également magique. On ne plane pas, on s'étale. On ne vole pas, on s'extasie. Et lorsqu'au bout des 22 secondes d'apesanteur, la fin d'une parabole, l'on subit à nouveau une pression de 1,8 G, l'encaissement de forces en devient presque agréable. C'est là qu'on se rend compte de l'importance de nos organes où tout redevient palpable. Et après 16 bonds plus éprouvants physiquement qu'ils n'en ont l'air, l'envie de microcavité devient insatiable. C'est la thérapie du Zéro G ou l'antidote du stress des cadres.

(Lire aussi l'encadré en page 9)

Zusätzliche Inhalte in der neuen App
«SWISS ENGINEERING STV UTS ATS»

User: 2016/ Login: SEDE

Du contenu supplémentaire dans la nouvelle
application «SWISS ENGINEERING STV UTS ATS»

User: 2016/ Login: SEFR





Dr Cora Thiel, une des instructrices très appréciée des « Zéronautes » à bord le l'Airbus A310 ZERO-G.
Dr. Cora Thiel, von den «Zeronauten» sehr geschätzte Instruktorin beim Start in Dübendorf am 22. Oktober.

L'apesanteur à la portée de tous

Dès les tout premiers vols spatiaux, à la fin des années 50 déjà, les sept astronautes en lice du programme Mercury (capsule à une personne) ont utilisé un avion C-131 Comet pour simuler l'apesanteur, le fameux Zéro G. Dès les années 60, cette opportunité est devenue classique, mais indispensable pour que l'humain soit à l'aise dans l'espace. De nos jours, des paraboles sont réalisées de par le monde grâce à des avions plus modernes (Boeing, Airbus, Iliouchine) afin d'y réaliser des expériences scientifiques. Mais depuis quelque temps, vu les coûts engendrés par ces missions, les vols sont aussi accessibles aux privés et surtout aux passionnés d'espace.

Aujourd'hui, dix différents acteurs sont sur les rangs pour proposer des missions de ce genre à une altitude de 12 000 mètres et moins. Les vols paraboliques présentent une grande « exhibibilité d'accès à la micropesanteur et permettent un large éventail d'expérimentations scientifiques et d'essais technologiques. Par rapport aux autres moyens d'accès au Zéro G (fusées-sondes, tours à chute libre, vols orbitaux), ils offrent un volume utile beaucoup plus grand et la possibilité pour les chercheurs d'agir directement sur leur expérience en temps réel et ce, à un coût nettement inférieur.

Go Zero G / Space Adventures

Tout d'abord aux USA avec la compagnie privée Zero Gravity Corporation (Go Zero G!) basée à Arlington (Virginie), qui propose des vols depuis: Austin (Texas), Las Vegas (Nevada), Los Angeles, San Francisco et Seattle (Californie), Miami et Orlando (Floride), Nashville (Tennessee), New York et Washington. Le prix le plus élevé est de 4'950 dollars + les taxes. Mais il est aussi possible d'y faire envoyer des paquets pour environ 200 dollars. Le tout est assuré par un Boeing 727 modifié.

Un autre acteur, moins connu, est l'entreprise Incredible Adventures de Sarasota (Floride) qui propose des vols paraboliques depuis Saint-Petersbourg (FLA) dans un petit avion privé bien aménagé (Rockwell Commander), qui permet d'obtenir les mêmes sensations, moins haut et moins longtemps. Pour plus de 2'500 dollars. Le principe étant toujours le même: faire décoller un avion, puis, à une certaine altitude (selon le genre d'aéronef) entamer une ou plusieurs paraboles. En principe, une montée à 45 degrés, une vingtaine de secondes en Zéro G (au sommet de la parabole) et une descente également à 45 degrés. Dans les deux cas, à la montée et à la descente, une pression de 1,8 G, c'est-à-dire 1,8 fois son propre poids. Ces vols sont réalisés chez Incredible Adventures avec un avion russe Iliouchine IL-76 MDK.

Air Zero G

En Europe, pour le moment, seule la France est à même de proposer ce genre de services. Air Zero G est le fruit d'un partenariat entre Nove-

space, filiale du Centre National d'Études spatiales (CNES), qui organise des campagnes de vols paraboliques scientifiques depuis près de vingt-cinq ans, et Avico, premier courtier aérien français, qui ont uni leurs ambitions et savoir-faire pour permettre au public non professionnel d'accéder à l'une des composantes les plus spectaculaires du vol spatial: l'apesanteur.

Les vols Air Zero G, commercialisés par Avico, sont organisés par Novespace à bord de l'Airbus A310 ZERO-G, dont elle est propriétaire, depuis ses installations de la zone aéroportuaire de Bordeaux-Mérignac. Le CNES, dans le cadre de sa politique éducative et de diffusion de la culture scientifique qu'il poursuit avec différents organismes (universités, musées scientifiques, etc.), prend en charge plusieurs places sur des vols Air Zero G, attribuées à des étudiants ou l'un de ses partenaires. Prix: 6'500 euros

En Suisse avec Dovespace

En Suisse, la « Swiss SkyLab Foundation » avec le voyageur bernois Dovespace opère des vols paraboliques réalisés par Novespace. Après une première série de paraboles en septembre 2015, la 2^e mission scientifique helvétique se déroule

le 22 octobre depuis le tarmac de l'Aérodrome militaire de Dübendorf. Une initiative très importante initiée par le Prof. Dr Oliver Ullrich de l'Université de Zurich et président de la « Swiss SkyLab Foundation », ainsi que par Natalie Dové, CEO de Dovespace. Ce projet a permis de tester la faisabilité de l'intégration de la recherche en apesanteur par des partenariats public/privé.

Le 22 octobre depuis le tarmac de l'Aérodrome militaire de Dübendorf. Une initiative très importante initiée par le Prof. Dr Oliver Ullrich de l'Université de Zurich et président de la « Swiss SkyLab Foundation », ainsi que par Natalie Dové, CEO de Dovespace. Ce projet a permis de tester la faisabilité de l'intégration de la recherche en apesanteur par des partenariats public/privé. L'uni de Zurich contribue ainsi, par cette initiative, au rayonnement de la recherche suisse. Les vols paraboliques sont les seuls moyens dont disposent les scientifiques pour réaliser en personne leurs expériences en apesanteur. L'équipe conduite par le professeur Ullrich envisage d'établir une plateforme pour les sciences de la

Les mésaventures de S3

On ne saurait évidemment oublier les activités de la Société Swiss Space System (S3) de Pascal Jaussi, qui, depuis sa création le 13 mars 2013, a élaboré un planning trop optimiste des vols Zéro G au départ de Payerne. Sans cesse reportés, ceux-ci sont dorénavant programmés notamment via le voyageur zurichois de la Cruise Line qui promet (encore) pas moins de sept vols en 2017, dont le tout premier, le 30 janvier. Sauront-ils tenir leurs promesses? S3 dispose d'un Airbus A340 qui a déjà été présenté sur le tarmac de Payerne. Mais après les déboires financiers conséquents de la société – un moment en demande d'ajournement de faillite –, on serait étonné (en bien!) de voir décoller un avion aussi volumineux, sachant qu'il reste beaucoup d'interrogations en suspens: l'appareil est-il

En Suisse, l'aventure en état d'apesanteur est possible depuis l'an passé avec le voyageur bernois Dovespace

techniquement adapté et homologué pour ce genre de mission? Qu'advient-il des places préalablement réservées des vols précédents promis et qu'en pensent les clients? Comment sera organisée la campagne des futurs vols?

Si la société S3 est toujours très attractive sur le Net, elle est devenue dorénavant très discrète. ●

Roland J. Keller

► www.gozerog.com
www.spaceadventures.com
www.airzerog.com
www.dovespace.ch
www.skylab.swiss
www.zero-g-rke.blogspot.com

« L'apesanteur ? Comme une plume qui virevolte de-ci, de-là »

Organisé conjointement par la « Swiss SkyLab Foundation » avec le voyageur Dovespace, la 2^e campagne de vols paraboliques « Swiss Parabolic Flights » s'est déroulée le 22 octobre dernier depuis la base militaire de Dübendorf. Dans le cadre d'un partenariat avec l'Université de Zurich, 15 scientifiques ont pu réaliser des expériences en microgravité et 25 personnes privées se sont adonnées aux joies de l'apesanteur à bord de l'Airbus A310 ZERO-G de Novespace. Roland J. Keller, rédacteur en chef de « Swiss Engineering RTS » et Hermann Dür, passionnés d'astronautique, étaient à bord. Leur reportage.

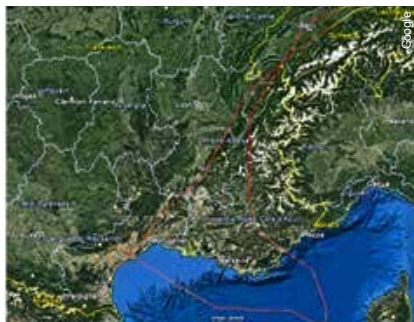


Toute l'équipe avec (en médaillon), à gauche, Roland J. Keller et Hermann Dür qui évoquent leur vol ci-après.

Un vol en microgravité, cela se prépare, autant au niveau physique que mental. Physique d'abord. L'équipe médicale de l'Université de Caen a élaboré pour les médecins traitants un document de

11 pages qui détermine le genre d'exams à effectuer selon l'âge. Mais tous les participants sans exception doivent subir un électrocardiogramme ainsi que les mesures de pression sanguine appropriées. Dans tous les cas, une chose est garantie, en pleine santé, on peut y aller jusqu'à 80 ans ! Il faut en être sûr et tenir compte du fait que la charge cardiaque lors des paraboles avec le 1,8G (1,8 fois le poids de son propre corps) peut augmenter jusqu'à 70%. Dans ces conditions, je me suis soigneusement préparé d'autant plus qu'avec le vol en Hunter Trainer piloté par notre astronaute suisse Claude Nicollier (lire SE/RTS10/2011), où j'avais pris place comme passager, le 12 septembre 2011, j'ai subi une pression de plus de 3 G. Une heure après avoir dégusté un bon repas, et serré comme un saucisson dans ma combinaison pressurisée, j'ai, vous l'aurez deviné, rempli le sac blanc devant moi. Ce qui d'ailleurs n'avait rien enlevé à mon plaisir de voler et d'admirer le Valais sur le haut du cockpit – tête en bas – en subis-

sant ce qu'on appelle à ce moment-là des G positifs où le sang monte au cerveau. Bref, en ce vendredi 21 octobre, nous voilà convoqués par la « Swiss SkyLab Foundation » et Dovespace à l'Université de Zurich pour une soirée réception,



Le tracé du vol Zéro G du 22 octobre au départ de Dübendorf avec les 15 paraboles au-dessus de la Méditerranée.

« Les rayons de lumière gênent les expériences, c'est pour cela qu'on a aussi couvert tous les hublots. »

Brian Verthier

avec informations générales sur la mission et où l'on a eu l'occasion de tester nos tenues, des salopettes cousues aux normes aériennes, avec poches plutôt #xées aux jambes qu'aux hanches.

Dès lors, nous sommes encadrés par des accompagnants de vol, soit deux par section sur les trois groupes que compte la mission, à savoir 25 « Zéro-navigateurs » privés et 15 scientifiques y compris l'équipage. « Laissez-vous porter et lâchez prise », conseillent Frédéric Gai et Brian Verthier, nos deux coaches, qui peuvent se targuer d'avoir chacun quelque 5'000 paraboles à leur actif. Si eux le peuvent, pourquoi pas moi ?

Comme dans l'eau, mais sans élément. En ce samedi 22 octobre, nous voilà donc embarqués dans ce fameux Airbus A310 aménagé de 100 m² composé d'une partie pour le voyage (avec des sièges) et d'une autre séparée en quatre secteurs. Le pilotage de cet appareil est idéal pour ce genre de situation, comme le confirme le pilote Eric Desalle dans l'encadré ci-après. Vient le moment d'embarquer. Nous prenons place en cabine dans des sièges normaux de classe touristique et suivons les mêmes consignes de décollage qu'un vol normal. Départ de Dübendorf à 9h50, direction le Sud de la France et, au bout

« Comme un vrai astronaute, je sens mon corps se mouvoir au moindre coup de reins. »

Roland J. Keller

d'une demi-heure déjà, l'avion est prêt à entamer les 15 paraboles au programme. Après avoir enlevé nos chaussures, nous nous dirigeons vers la partie aménagée du vol Zéro G. La carlingue est totalement capitonnée, le sol en mousse durcie. « Les rayons de lumière gênent les expériences, c'est pour cela qu'on a aussi couvert tous les hublots », explique Brian Verthier. Tous allongés à même le sol, le 1^{er} bond le plus attendu commence. Petit à petit, nous ressentons la pression des G jusqu'à 1,8 fois notre propre poids, ce qui, finalement, n'est pas si terrible. Quelques dizaines de secondes de tension, puis c'est la libération : et là, c'est le nirvana ! J'ai l'impression d'être comme un poisson dans l'eau sauf qu'il n'y a pas d'élément dans lequel se débattre. Heureux de ne peser plus rien, j'essaie de me mouvoir, mais mon corps s'écroule dans toutes les directions. Je suis comme une plume perdue dans le vide qui virevolte de-ci, de-là. Le rêve se termine lorsqu'on nous annonce la fin de la parabole. Nous tombons comme des mouches mortes, mais sans accroche, sur le tapis durci. Et, surprise, voilà qu'on retrouve son poids et à nouveau la pression de 1,8 G, une sensation que j'ai chaque fois appréciée, au point d'en rigoler.

Comme sur la Lune et Mars
Pour chacune des 15 paraboles orbitales (16 en réalité), nos instructeurs nous ont concocté un



En état d'apesanteur, Roland J. Keller a testé en première mondiale le premier casque de réalité virtuelle de la société d'innovation ICEBERG. Manœuvré par l'astronaute français Jean-François Clervoy.

petit programme alléchant. Avant l'apesanteur, une fois couchés, une fois assis en mode prière, une fois en attrapant des balles, une fois alignés à plat ventre, une autre fois en apesanteur lunaire, puis martienne, bref de toutes les façons possible pour apprécier au mieux cet état de microgravité. Après dix bonds délectables et libérateurs comme lorsqu'une colombe s'échappe de sa cage, Jerry Gharib, directeur général de Novespace, m'invite à tester le 1^{er} casque de réalité virtuelle de la société d'innovation ICEBERG qui a nécessité deux ans et demi de travail. « En apesanteur, un masque normal ne marche pas, car il ne sait pas si c'est le véhicule qui change d'orientation ou la personne. Il a donc fallu compenser les mouvements de l'avion », a expliqué Amaury Solignac, président d'ICEBERG. Du coup, me voilà cobaye. C'est Jean-François Clervoy – astronaute de l'ESA et trois fois conquérant de l'espace avec des navettes américaines – qui s'occupe de moi. Il

m'empoigne comme un gros ballon, sans que je ne m'en rende compte, et me meut dans tous les sens. Comme un vrai astronaute, je sens mon corps se mouvoir au moindre coup de reins. Une sensation étrange m'envahit en observant notre beau globe terrestre bleuté comme si je planais au-dessus de la Terre. Alors que je m'approche comme dans la réalité vers la station spatiale internationale (ISS) et à peine engagé dans ce vide sidéral virtuel qui me fait penser à certains de mes rêves, voilà déjà les 22 secondes de Zéro G (les vraies) écoulées.

10% des passagers ont « versé »
À force de paraboles, sans s'en rendre compte, nos corps fatiguent tout de même. « Le 10% des personnes à bord ont des malaises », indique le memento médical reçu auparavant. Ce n'est pas mon cas, mais celui de certains de mes camarades, qui ont dû s'asseoir. Deux médecins aguerris

Apesanteur : séminaires pour cadres, entrepreneurs et managers

Depuis le 1^{er} décembre, Zero-G Communication organise des séminaires en apesanteur. Baptisés « Take your look in weightlessness », ces exposés (avant, pendant et après le vol) s'adressent aux cadres, entrepreneurs, managers, directeurs, etc. Destinées aux astronautes pour leur accoutumance à l'espace, les paraboles sont de nos jours réalisées avec des avions modernes à des fins scientifiques et privées. Ces expériences sont dorénavant non seulement enrichissantes pour valoriser le développement de l'intellect, du physique et des ressources managériales, mais aussi pour redorer l'image de marque d'une entreprise ou celle d'un produit... en apesanteur. Et on vous y accompagne !

► Info : www.zerogcom.net

à la Rega sont là pour veiller sur eux. Plus on va au bout des culbutes, plus j'acquiers de maîtrise. De se sentir, une fois lourd, une fois léger, et vice-versa, renforce mon organisme. Je suis prêt à essayer davantage de G, davantage de pesanteur. Le temps #le à une vitesse folle, mes envies d'espace augmentent, mais c'est déjà la #n. « Encore une, encore, encore », entonne-t-on dans la carlingue. Nos échos résonnent jusqu'au pilote qui nous grati#e d'une parabole non o& cielle supplémentaire. Mon collègue de 65 ans, qui a reçu un ticket pour son anniversaire, est aux anges ; Schrenik, venu spécialement de Bombay jubile. Mais c'est la #n. Retour sur nos sièges. La soif met en alerte, en-#n de l'eau plate, des barres énergétiques et nous, comblés et choyés comme des astronautes, des vrais ●

Roland J. Keller

► Le vol de Roland J. Keller est sponsorisé par : EPHJ-EPMT-SMT, www.ephj.ch

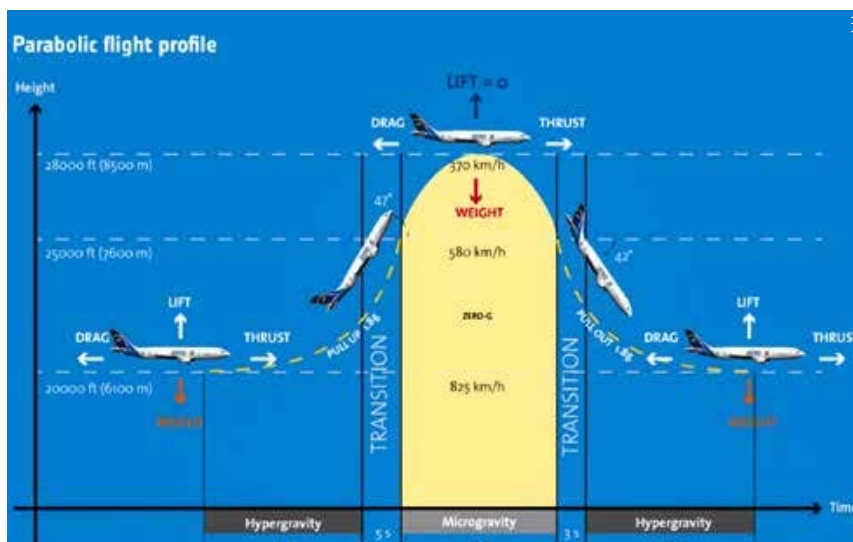


Schéma d'une parabole avec, au sommet, l'état d'apesanteur.

« Une seule parabole correspond en ressources à un vol complet d'un avion en ligne »

Pilote depuis vingt ans chez Novespace, Éric Delesalle a déjà réalisé 6'200 paraboles. Des bonds en apesanteur qu'il réalise avec l'Airbus A310 ZERO-G spécialement aménagé pour accueillir des scientifiques et désormais des particuliers.



Éric Delesalle à Zurich un jour avant le vol.

Monsieur Delesalle, comment en êtes-vous arrivé à piloter des vols Zéro G ? Je suis arrivé en 1996 lorsque Novespace a acheté l'A300B en remplacement de la Caravelle. J'étais alors pilote d'essai chez Sogerma (devenue Stelia, ndlr), société qui avait en charge la modification de l'avion pour l'adapter à la mission de vols paraboliques. Après une phase de qualification de l'avion par le Centre d'essais

en vol, je suis entré dans le team des pilotes pour la microgravité et j'y suis resté.

Que faut-il avoir comme qualification pour piloter ce genre d'avion ? Jusqu'à récemment, ce job était dévolu à des pilotes d'essai et d'anciens pilotes de chasse accoutumés à des procédures particulières pour parer aux limites des domaines de vol de façon à pouvoir réagir à des situations anormales qui pourraient se produire. Plus tard, avec l'Airbus A310, on a gardé un noyau de six pilotes, dont quatre d'essai et deux militaires qui connaissaient bien l'avion. On leur a fait suivre une formation adaptée et on vole désormais en équipage mixte avec eux.

L'A310 ne fatigue pas trop à la longue avec toutes ces paraboles ? Non, car on reste à l'intérieur des limites statiques de vol données par le constructeur. Même si l'avion a été conçu avec un cycle de maintenance pour des vols de liaison, il est parfaitement à même de garantir des vols paraboliques.

N'empêche, par rapport à un avion de ligne, il doit y avoir plus de contraintes ?

Effectivement. En vol de ligne, l'avion rencontre des turbulences, mais pas autant que ce que l'on subit. On a un programme de maintenance adapté où les cycles sont très raccourcis pour certaines parties de l'avion, les moteurs notamment. Une seule parabole correspond en ressources à un vol complet d'un avion en ligne. Au niveau de l'avion lui-même, il n'y a aucune modification (sauf la cellule aménagée pour les « Zéronotes », ndlr).

L'A310 est-il bien adapté par rapport à un autre gros avion du même type ? On en est très satisfait. J'ai volé sur un Boeing 727 de la NASA. L'impression d'apesanteur est différente, car le fuselage est plus étroit, il y a donc moins de volume en apesanteur. L'A310 a un large fuselage (5 m de large, 2,40 m de haut). Pour les utilisateurs, c'est donc plus confortable. Concernant les systèmes de vol, on a un compartiment qui est parfaitement nominal, et ça se passe très bien, par exemple pour les circuits de carburant, hydrauliques et circuits d'huile ainsi que pour les moteurs. ●

Interview : Roland J. Keller

Ausflug in Hypergravitation und Schwerelosigkeit – ein Erlebnisbericht

«Three. Two. One. Pull up». Mit diesen Worten des Capitains aus dem Lautsprecher drückt mich ganz abrupt eine magische Kraft auf die weisse Matte, auf der ich liege. Der Capitain hat das Steigmanöver des A310 eingeleitet und wird das Flugzeug fast bis 50° ansteigen lassen. Der Körper merkt, dass etwas nicht stimmt. Erwartungsgemäss gehen imaginäre Warnleuchten an. Es sind nur 1.8 g – aber die ersten paar Male fühlt sich das wie ein sehr bedrohliches Riesengewicht an. Insbesondere die Wangen werden intensiv spürbar nach hinten gezogen und ich empfinde das Gesicht als massiv verzerrt. Die Arme zu heben wird plötzlich schwierig. Ich kann aber klar denken. Auch keine Ohnmachtsgefühle.



Hermann Dür: «Um «besser» zu fliegen, stosse ich mich nun mal ganz sanft vom Boden ab – und stosse viel schneller als erwünscht an die Decke...»

Ich absolviere gerade systematisch mein Programm, das ich mir seit der Buchung bei DoVéspace für die 15 Parabeln vorgenommen habe. Das Ziel: In den Phasen der Hypergravitation und der Schwerelosigkeit sukzessive die fünf Parameter Körperempfindungen, die fünf Sinneswahrnehmungen, Denken, Emotionen und Bewusstsein deskriptiv zu erfassen. Also die sogenannten «Grundlagen der Selbstachtsamkeit».

«Injection». Mit diesem Wort aus dem Lautsprecher – wir sollten bald alle richtig süchtig nach diesem Zauberwort werden – verkündet der Capitain nunmehr den Beginn der Schwerelosigkeitsphase. Ich glaube mich vorbereitet darauf. Z.B. von Sturzfahren steiler Achterbahnen oder dem Absacken eines Flugzeuges in einem Fallwind. Ich erwarte das Gefühl des freien Falles und die damit verbundenen Anfälle von kurzer Panik.

Kein Fallgefühl, keine Übelkeit
Aber es kommt die totale Überraschung: Nichts von all dem tritt ein! Nicht einmal ansatzweise.

Ich schwebe «nur» und empfinde kein oben und unten mehr. Ich bin erstaunt, dass mich das überhaupt nicht irritiert. Kein Fallgefühl, keine Übelkeit (wenigstens bei mir), kein Herzrasen, keine Angst, keine Trance – es ist viel einfacher zu beschreiben, wie das Schwerelosigkeitsgefühl nicht ist, als zu beschreiben wie es ist. Und wenn ich das trotzdem versuche, stelle ich fest, dass wir kein passendes Vokabular dafür haben. Das Gefühl der Schwerelosigkeit scheint begrifflich intersubjektiv nicht vermittelbar zu sein! Das war – rein intellektuell – die vielleicht erstaunlichste Feststellung für mich. Aber eigentlich logisch: Wie erklärt man – in Analogie – einem Farbenblinden, der noch nie «rot» gesehen hat, wie rot sieht?

Am nächsten für «Schwerelosigkeitsgefühl» käme vielleicht: Verlust von «oben und unten», Wegfall der taktilen Aufregungen wie beim Stehen, Sitzen oder Liegen, aufgedunsenes Gesicht, Kontrollverlust über die Körperposition – und ein ganz tiefes Gefühl von unendlichem Frieden. – Auch wenn es kitschig klingen mag: Meine persönliche emo-

tionale Erinnerung korrespondiert tatsächlich sehr stark mit der Schlusssequenz von Peter Schillings – «Major Tom (Völlig Losgelöst)». Um «besser» zu liegen, stosse ich mich nun mal ganz sanft vom Boden ab – und stosse viel schneller als erwünscht an die Decke... O! enbar, so folgerichtig, überschätzt das Gehirn spontan die benötigte Kraft für Aktivitäten in der Schwerelosigkeit. Daher bewegen sich Astronauten ja auch immer so vorsichtig.

Jede Kraft bewirkt eine gleichgrosse Gegenkraft
Später sehe ich ein schwarzes Partikel auf Augenhöhe vor mir schweben und sich langsam drehen. Nach kurzer Kontemplation dieser banalen, aber emotional als zu tiefst friedlich empfundenen Szene, versuche ich, das Partikel zu ergreifen – und greife voll daneben! Erstaunt bewege ich meine Hand nach links, in Richtung des Partikels – und verfehle es erneut. Mein Körper hat sich nämlich gleichzeitig nach rechts bewegt! – Klar, ich habe gerade Newtons Reaktionsgesetz in Reinkultur erlebt: Jede Kraft bewirkt eine gleichgrosse entgegengesetzte Wirkende Kraft. Auf dem Boden stehend bemerken wir das beim Greifen nach Objekten wegen der Haftreibung am Boden nur nicht.
Herrlich – aber gegen Ende der Schwerelosigkeitsphase ruft jemand «Füsse runter» – damit wir nicht auf den Kopf fallen. Ich merke aber, dass ich diese Instruktion nicht befolgen kann: Erstens weiss ich nicht, wo «unten» sein soll, und zweitens stelle ich fest, losgelöst im Raum schwebend überhaupt keine Kontrollmöglichkeit über meine Körperposition zu haben... Ein freundlicher Helfer im orangenen Overall packt mich sanft von hinten, dreht mich rasch um 180° (ob enbar stand ich also Kopf) – und ich plumpse Füsse voran auf die weisse Matte...
Bitte bitte, lieber Capitain, danke ich, sag bald wieder: «Injection»! ●

Hermann Dür
Space Collector
Vorstandsmitglied Schweizerische
Raumfahrtvereinigung (SRV)
www.srv.ch.org

Swiss Parabolic Flights: Fliegende Forschung

Bei einem Parabelflugmanöver wird das Flugzeug in den freien Fall im Gravitationsfeld gebracht. Physikalisch handelt es sich um echte Schwerelosigkeit, nicht um eine Simulation. Für physikalische Experimente sind diese gut 20 Sekunden Schwerelosigkeit oft ausreichend. In der Biologie oder Medizin, wo es oft um längere Abläufe geht, muss man diese in «kleineren Einheiten» erforschen, die in dieser kurzen Zeit zugänglich sind. Besonders geeignet sind 20 Sekunden auch da, wo es um die Ursache geht, um die «Zündung» eines biologischen Prozesses. Denn nach so kurzer Zeit ist der Effekt, auf den es ankommt, noch nicht oder wenig von Folgeeffekten «gestört» und überdeckt. Parabelflüge sind seit Jahrzehnten fester Bestandteil jeder Forschung in Schwerelosigkeit...



Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich ist Ordinarius an der Universität Zürich, Präsident der Swiss SkyLab Foundation und Leiter der Swiss Parabolic Flights. Natalie Dové ist CEO und Eigentümerin von Dovespace / Nussbaumer Reisen AG & Magical Mystery Tours AG in Burgdorf, eines der grösseren unabhängigen Reisebüros in der Schweiz.

Mit mehr als 1500 wissenschaftlichen Experimenten in den letzten Jahrzehnten sind Parabelflüge in Europa ein treibender Kraft für die Forschung und die Raumfahrt. Der Vorteil liegt in der sehr grossen Experimentierfläche (100 m² an Bord des A310 ZERO-G) und der Möglichkeit, als Wissenschaftler die Experimente selber durchzuführen, wobei vielfältigste experimentelle Anforderungen sehr flexibel integriert werden können. Das alles ist auf einem suborbitalen oder orbitalen Flug nur sehr viel eingeschränkter möglich.

Swiss Parabolic Flights:

Starke und erfahrene Partner

Es geht bei einer wissenschaftlichen Parabelflugmission vor allem um das Zusammenspiel sehr komplexer Abläufe bei der Vorbereitung und Durchführung, ein hochpräzises «Uhrwerk», bei dem alles stimmen muss. Die Flugmission wird unter dem Dach der wissenschaftlichen Stiftung Swiss SkyLab (skylab.swiss) kostendeckend, aber non-profit durchgeführt. Novespace, eine Tochter der französi-

schen Raumfahrtagentur CNES, ist Eigentümer und Operator des A310 ZERO-G und hat Jahrzehnte an Erfahrung bei der Durchführung von Parabelflügen. Der A310 ZERO-G,

der bis 2011 als Flugzeug der deutschen Bundesregierung im Einsatz war, ist in einem exzellenten Zustand, perfekt gewartet und in sehr erfahrenen Händen einer Crew aus hervorragenden Technikern und Testpiloten. Die Schweizer Luftwaffe unterstützt als Partner die Swiss Parabolic Flights. Der Flugplatz Dübendorf bietet dazu ideale Voraussetzungen. Mit nur wenigen Flugbewegungen wird eine hohe Wertschöpfung im Bereich der Forschung und Technologie erzielt und die technische und wissenschaftliche Wettbewerbsfähigkeit von Forschung aus der Schweiz gestärkt. Das Reisebüro Nussbaumer Reisen AG / Dovespace in Burgdorf (dovespace.ch) ist für Buchung und professionelle Betreuung der mitfliegenden Privatpersonen zuständig. Durch das flexible Kampagnenkonzept aus wissenschaftlichen Experimenten, industriellen Experimenten und unterstützenden Privatpersonen können die Flugpreise für die wissenschaftlichen Experimente gering gehalten werden.

Wissenschaft an Bord des

2nd Swiss Parabolic Flight

Die Experimentiermöglichkeit wurde durch das Swiss Space Office im April 2016 offiziell ausgeschrieben und die eingereichten Vor-



Prof. Max Gassmann von der UZH untersucht, wie das menschliche Gewebe auf Schwerelosigkeit reagiert.

schläge durch das Swiss Space Center begutachtet. Ausgewählt wurden fünf Experimente aus Schweizer Universitäten: Ein Team der Universität Zürich (UZH) untersuchte, wie menschliche Zellen auf den Sauerstoffmangel in der Schwerelosigkeit reagieren – eine wichtige Frage bei Aussenbordeinsätzen im Welt- raum. Die Hochschule Luzern forschte mittels elektro-physiologischer Tests an den Mechanismen der Schwerkraftwahrnehmung von Zellen. Eine Gruppe von Chiropraktoren der Universität Balgrist prüfte funktionale Zusammenhänge beim Entstehen von Erkrankungen des Rückens. Diese können unter Schwerelosigkeit besser identifiziert werden. Ein Experiment der ETH Zürich widmete sich der Rolle der Schwerkraft beim Verhalten von Phytoplankton und kann damit zum Verständnis eines der wichtigsten ozeanischen Mikroorganismen der Erde beitragen. Und die Universität Basel testete das Sedimentationsverhalten unter der Schwerkraft des Mars und erhält damit wichtigen Daten zur Kalibrierung von mathematischen Modellen, um die Umweltgeschichte des Planeten rekonstruieren zu können. Denn auf dem Flug wurden auch eine Parabel mit Mars- und eine mit Mond-Schwerkraft geflogen. Auch für die Raumfahrtindustrie ist der Forschungsflug attraktiv: Ein Experiment des Schweizer Start-ups SpacePharma testete wissenschaftliche Hardware, die auf Kleinsatelliten eingesetzt werden soll und die französische Firma ICEBERG erprobte «Virtual Reality» Systeme für die Unterstützung der Crew bei Langzeitmissionen.

« Astronaut for one day »:

Schwerelosigkeit erleben – Wissenschaft unterstützen

Die grösste Herausforderung ist aber die Finanzierung. Deutschland, Frankreich und die Europäische Raumfahrtagentur ESA finanzieren Parabelflüge aus Steuergeldern. Mit den Swiss Parabolic Flights wird ein anderer Weg gegangen, nämlich die flexible Kombination von wissenschaftlichen Experimenten, Industrie und Privatpersonen. Das ist weltweit einzigartig. So können die Flüge ausgelastet und die Kosten für die Wissenschaft und den Steuerzahler minimal gehalten werden.

Mitregende Privatpersonen sind daher eine ganz wesentliche Stütze der Forschungsflüge. Jeder der 40 Plätze an Bord kostet 8500 Fr., ob damit ein wissenschaftliches Experiment durchgeführt wird, oder ob eine Privatperson mitfliegt, für ein Forschungsprojekt eine eher kleine Kostenposition, für eine Privatperson eine eher hohe. Dafür erlebt man aber etwas, was bleibt. Denn wer einmal die Schwerelosigkeit erlebt hat, wird das sein Leben lang nie vergessen. Jeder aus der Schweiz kann einen Parabelflug beim Reisebüro Dovespace/



Dr. Swanenburg von der Uniklinik Balgrist überprüft die Steifheit des Rückens ohne Erdanziehung.



Airbus A310 ZERO-G während einer Parabel über dem Mittelmeer.



Prof. Nikolaus Kuhn von der Universität Basel testet das Sedimentationsverhalten unter der Schwerkraft des Mars.

Nussbaumer Reisen AG in Burgdorf buchen (dovespace.ch). Dovespace ist für Deutschland und Schweiz exklusiver Partner von Novespace. Ein erfahrenes Team kümmert sich von Anfang an um die «Astronauts for one Day», führt sie durch die Vorbereitung (wozu auch eine medizinische Tauglichkeitsuntersuchung gehört), durch die Briefings und durch den Flugtag. Am Flugtag kümmern sich erfahrene Instrukturen um die Sicherheit und das Wohlbefinden an Bord. An Bord betreten alle eine völlig neue Welt.

Se gehen dorthin, wo nur sehr wenige Menschen jemals zuvor gewesen sind, in die Schwerelosigkeit. Es gibt niemanden, den dieses Erlebnis nicht nachhaltig prägt. Schwerelosigkeit ist unvergesslich. ●

Oliver Ullrich, Prof. Dr.med., Dr.rer.nat.
Präsident der Swiss SkyLab Foundation
Natalie Dové
CEO und Eigentümerin von Dovespace

► www.skylab.swiss, www.dovespace.ch