

News-Archiv

22 Sekunden – und viele Monate: Ein langer Weg bis zum Forschen unter Schwerelosigkeit

5. August 2008

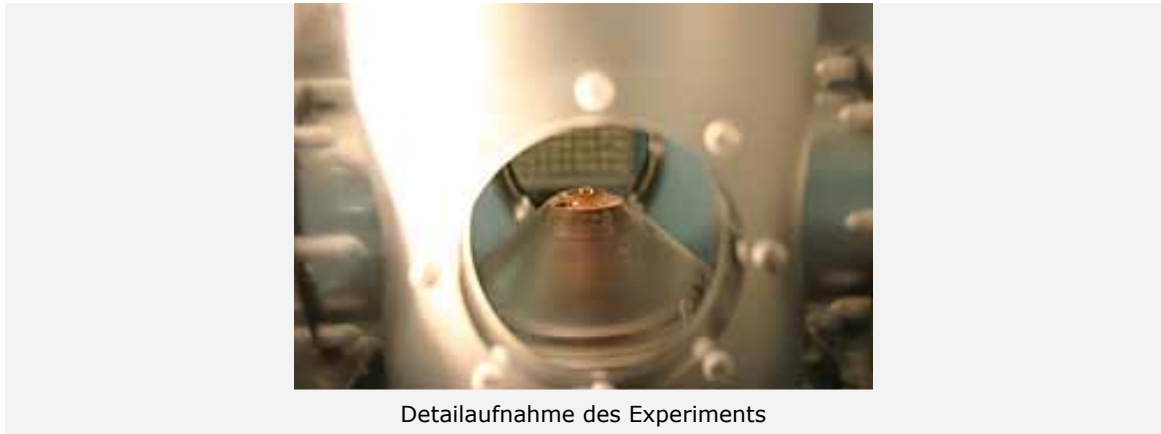
Als Doktorandin an der Technischen Universität (TU) Darmstadt befasst sich Olympia Kyriopoulos mit Fragen der Strömungsmechanik und Wärmeübertragung. Ihr Promotionsthema behandelt insbesondere das Verhalten von Flüssigkeiten, die als fein dosierte Sprays auf heiße Oberflächen auftreffen – etwa bei der Gemischbildung in Brennkammern, bei Sprühbeschichtungen in der Materialbehandlung oder bei der Kühlung von hochleistungsfähigen Elektronik-Bauteilen. Dabei spielen Effekte eine Rolle, die im irdischen Labor unter Bedingungen der Schwerkraft nur bedingt untersucht werden können. Also musste Olympia Kyriopoulos – ob sie wollte oder nicht – auch in der Schwerelosigkeit Experimente durchführen. Und ob sie wollte! "Ein Kindheitstraum ging für mich in Erfüllung", schreibt sie über ihren Parabelflug, der ihr 30 mal 22 Sekunden Schwerelosigkeit und eine Menge wichtiger Daten bescherte. Doch sie beschreibt nicht nur die aufregenden Momente in der Schwerelosigkeit, sondern auch den langen Weg dahin...

Von Olympia Kyriopoulos



Schwerelos: Alles ist anders

Wer kennt sie nicht, jene Foto- oder Filmaufnahmen von Forschern, die in ihren blauen Anzügen "völlig losgelöst" und schwerelos in umgebauten Passagier-Flugzeugen Experimente durchführen? Beim Anblick dieser Bilder packte mich immer wieder die Faszination für die Schwerelosigkeit und ließ mein Herz schneller schlagen. Hätte mir vor ein paar Jahren jemand gesagt, dass ich eines Tages zu diesen schwebenden Wissenschaftlern gehören und unter Schwerelosigkeit forschen würde, dann hätte ich ihn wohl für verrückt erklärt...



Detailaufnahme des Experiments

Nach meinem Studium des Allgemeinen Maschinenbaus an der TU Darmstadt wusste ich, dass ich weiterhin eine akademische Laufbahn einschlagen und promovieren wollte. Nach reiflicher Überlegung entschied ich mich für eine Doktorandenstelle an der TU Darmstadt, und zwar am Fachgebiet Strömungslehre und Aerodynamik unter Prof. Dr.-Ing. Tropea. Ich kann mich noch genau an den Moment erinnern, als mir Prof. Tropea per Email unterschiedliche Promotionsthemen zur Auswahl vorstellte. Darunter fand ich ein Projekt namens "DOLFIN – Dynamics of Liquid Film/Wall Interaction". Im Text hieß es dazu, dass auch parabolische Flüge vorgesehen seien. Sofort tippte ich die Zeilen zurück "Darf ich bei den Parabelflügen auch teilnehmen?". Prompt erhielt ich die Antwort: "Sie müssen!"

Im Mai 2006 trat ich die Stelle an und hatte sofort die Ehre, in meinem Projekt Versuche unter Schwerelosigkeit zu betreuen und eines Tages selbst an Bord des Airbus A300 zu experimentieren. Ich war und bin immer noch dankbar dafür, dass mir dieses vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) unterstützte Forschungsprojekt zugeteilt wurde! Es stand auf meiner Wunschliste ganz weit oben, und so ging für mich mit dem nötigen Quäntchen Glück ein Kindheitstraum in Erfüllung.



22 Sekunden Schwerelosigkeit im A300 ZERO-G

In meinem Projekt beschäftigte ich mich mit "Sprayaufprall auf eine beheizte Oberfläche". Das auf eine erhitzte Wand aufprallende Spray erzeugt darauf einen dünnen, schwankenden Flüssigkeitsfilm, wodurch die Wand sehr effektiv gekühlt wird. Die Strömung in diesem Film wird nun durch Wellen, "Krater", aufsteigende Filmschichten und Strahlen – erzeugt durch Tropfenaufprall – beeinflusst. Die Wärmeübertragung wird hauptsächlich durch Konvektion im Flüssigkeitsfilm, Verdampfung und Wärmeleitung bestimmt. Vorläufige, aus der Theorie gewonnene Abschätzungen zeigten, dass die Schwerkraft einen Einfluss auf den Aufprall eines einzelnen Tropfens hat. Was aber passiert in der Realität? Wie beeinflusst die Schwerelosigkeit im Parabelflug die durchschnittliche Dicke des Films und dessen Stabilität? Wie wird dabei der mit dem Sprayaufprall verbundene Wärmetransport beeinträchtigt?

Anforderungen des Parabelflugs

Zur Beantwortung dieser Fragen reichten jeweils 22 Sekunden Schwerelosigkeit als Messzeit aus – natürlich oftmals wiederholt im Rahmen der Flugkampagne. Doch es war ein sehr langer Weg dahin, bis mein Versuchsstand aufgebaut war, mit dessen Hilfe alle diese Fragestellungen beantwortet werden sollten. Die vorbereitenden Arbeiten betrafen dabei sowohl technische Fragen zum Versuchsaufbau

selbst als auch formale Aspekte – darunter Festigkeitsberechnungen, die Bearbeitung von Sicherheitsdatenblättern etc. – und stellten eine echte Herausforderung dar. Denn man muss sich beim Auslegen und Konstruieren eines Parabelflug-Versuches immer wieder vor Augen halten, dass die Schwerelosigkeit ebenso wie die erhöhte Gravitation ganz besondere Anforderungen stellt. Alle Funktionen müssen unter 0g bis 2g (das Doppelte der Erdanziehung, "g" steht für Gravitation) gewährleistet und sogar aus Sicherheitsgründen für 9g – immerhin das Neunfache der Erdanziehung – ausgelegt werden. Nur eines von vielen Beispielen: Unter 0g (Schwerelosigkeit) ist die Funktionsfähigkeit einer ölgeschmierten Vakuumpumpe nicht mehr gegeben, da das Öl im Behälter nach oben schwebt. Also muss man eine so genannte trockenlaufende Vakuumpumpe verwenden.



Nachdem ein Großteil der bestellten Geräte geliefert wurde, folgte der Zusammenbau. Wie bei einem Puzzle-Spiel ging es nun darum, alle Einzelteile in das Experiment-Gerüst, das gewissermaßen den Rahmen darstellt, zu integrieren. Es war der 13. September 2006 – in 18 Tagen würden wir Darmstadt verlassen und nach Bordeaux zur Parabelflugkampagne fahren. Aufgrund zuvor erstellter CAD-Modelle des gesamten Versuchsstandes als auch Styrodur-Prototypen der wichtigsten Bauteile ging die Positionierung gut voran. Nur noch fünf Tage und so langsam nahm das Experiment Gestalt an: Der Unterbau war komplettiert mit einem Wassertank und zwei Stickstoffflaschen, die Testzelle als Kernstück stand im oberen Teil umgeben von Hochgeschwindigkeitskameras, einer Vielzahl von Messgeräten und Reglern. Zwei Rechner, zwei Bildschirme und ein Laptop wurden noch befestigt sowie letzte Kabel verlegt. Die letzten Wochen waren mit einer Vielzahl von Tag- und Nacharbeiten verbunden. Es kam auch vor, dass wir im Wettlauf gegen die Uhr Nächte durcharbeiten mussten, aber nun endlich stand das Experiment, in das wir sehr viel Schweiß und Fleiß investierten. Wir hatten einen letzten Tag vor der Abfahrt, um das System zu testen, und wir erhielten das ersehnte Spray aus destilliertem Wasser. "Bordeaux, wir sind bereit...", freute ich mich, und tags darauf wurde der Lieferwagen beladen.

Darmstadt - Bordeaux - Schwerelosigkeit

Die Fahrt war ein kleines Abenteuer, nicht nur, weil meine Studenten und ich mit ungefähr einer halben Tonne Versuchseinrichtung unterwegs waren, sondern auch wegen der acht im Wagen festgeketteten Stickstoffflaschen, die wir benötigten, um für alle Flugtage und Versuche am Boden unsere Testzelle mit Gas versorgen zu können. An der deutsch-französischen Grenze begründete ich den Transport und verwies auf NOVESPACE, die für die Durchführung des Parabelfluges zuständige Firma – und wir durften problemlos weiterfahren. Erleichterung!



Nach mehr als 1000 Kilometern war es ein schönes Gefühl, angekommen zu sein – vor allem mit einem unbeschädigten Experiment. Nach Ausladen unserer kompletten Lieferwagenladung und Ablegen aller Instrumente im zugeteilten Arbeitsraum widmeten wir uns einem noch interessanteren Innenleben, und zwar dem des Airbus A300. Mit großem Respekt näherte ich mich dem Flugzeug mit der Aufschrift ZERO-G und bestaunte zunächst dessen Außenhülle. Im Inneren war seitlich alles in hellen Farbtönen gepolstert, im Mittelraum wartete man auf die Beladung mit den Experimenten, vorne und hinten im Flugzeug gab es Sitzplätze für die Experimentatoren. Unser Versuch sollte noch heute Nachmittag an Bord gehen.



Experiment eingebaut

Der vielleicht spannendste Moment vor den Flugtagen rückte näher: Einbau der Experimente in die Airbus-Vorrichtungen. Viele freiwillige Helfer im Flugzeug packten mit an, um das schwere Experiment anzuheben und auf Position zu bringen. Der erste große Stein fiel mir vom Herzen, als endlich alle Bohrungen der Grundplatte mit den Befestigungselementen im Flugzeug übereinstimmten und die riesig erscheinenden Befestigungsschrauben – acht an der Zahl – festgezogen werden konnten. In den nächsten Tagen folgten erste Testläufe, Gasflaschen wurden gewechselt und der Wassertank immer wieder mit destilliertem Wasser aufs Neue befüllt. Die zum Transport aus Sicherheitsgründen herausgenommenen Kameras mussten erneut integriert und justiert werden. Ich hatte das Gefühl, die Zeit rennt uns jeden Tag davon und wir kommen gar nicht voran, aber meine To-do-Liste wurde doch kürzer und kürzer, so dass nach einem erholsamen Wochenende nur noch wenige Punkte wie "Test-Run", "Gasflaschentausch" und zu guter Letzt "Logos" übrig blieben.

Der Montag vor dem ersten Flugtag war – wie bei allen Parabelflug-Kampagnen in Bordeaux üblich – der Sicherheitseinweisung gewidmet. Dazu kamen die letzten noch abzuarbeitenden Punkte. Am Abend fiel ich erschöpft ins Bett und realisierte allmählich, dass nun tatsächlich der große Tag unmittelbar bevorstand. Ich hatte mich nun monatelang auf den Parabelflug und die Durchführung unseres Experiments vorbereitet. Ich muss gestehen, dass ich ziemlich aufgeregt war. Bevor ich einschlief, ging ich noch einmal die Checklisten für mein Team und mich durch, um auch wirklich sicher zu stellen, dass ich keinen Arbeitsschritt vergessen hatte.

Der Flugtag

Heute ist Dienstag, heute ist der große Tag, der erste Flugtag, auf den ich während der letzten Monate so sehnsüchtig gewartet habe! Bei NOVESPACE angekommen, blicke ich in angespannte Forschergesichter. Noch ein letzter Durchgang im Flugzeug, unser Experiment ist bereit für jegliche 0g- und 2g-Phasen! Der Airbus ZERO-G wirkt von außen so friedlich, bereit für sein routiniertes Abenteuer. Unsere Anspannung hingegen steigt noch weiter bei der Verabreichung der Flugmedizin, aber mit einigen Witzen versuchen die Experimentatoren die Situation aufzulockern. Einige Minuten später kommt der berühmte "Es-führt-kein-Weg-mehr-zurück-Moment", denn die Flugzeugtüren werden geschlossen und der ZERO-G verlässt rollend seine Parkposition.



Experimentieranlage von hinten

Eine Vielzahl von Experimentatoren sind mit an Bord und spüren wohl auch diesen Nervenkitzel. Viel zu schnell gehen die Anschnallzeichen aus, und ich folge den anderen Teams und gehe zu meinem Experiment, ungefähr 6000 Meter über dem Erdboden. Ein komisches Gefühl, sich in diesen Höhen so frei bewegen und sogar experimentieren zu dürfen, wo man als gewöhnlicher Passagier auf seinem Sitzplatz verharrt. Noch wenige Minuten vor der "nullten" so genannten Fun-Parabel zum Eingewöhnen. Meine Teamkollegen und ich nehmen dennoch unsere Arbeitspositionen ein. Auch die "0. Parabel" ist zu kostbar, um sie einfach "datenlos" zu verschenken. Und die Aufregung und Neugier sind einfach zu groß: Es kribbelt in meinen Fingern. Ich möchte es jetzt schon wissen, ob wir Spray unter Schwerelosigkeit erhalten werden?

Countdown

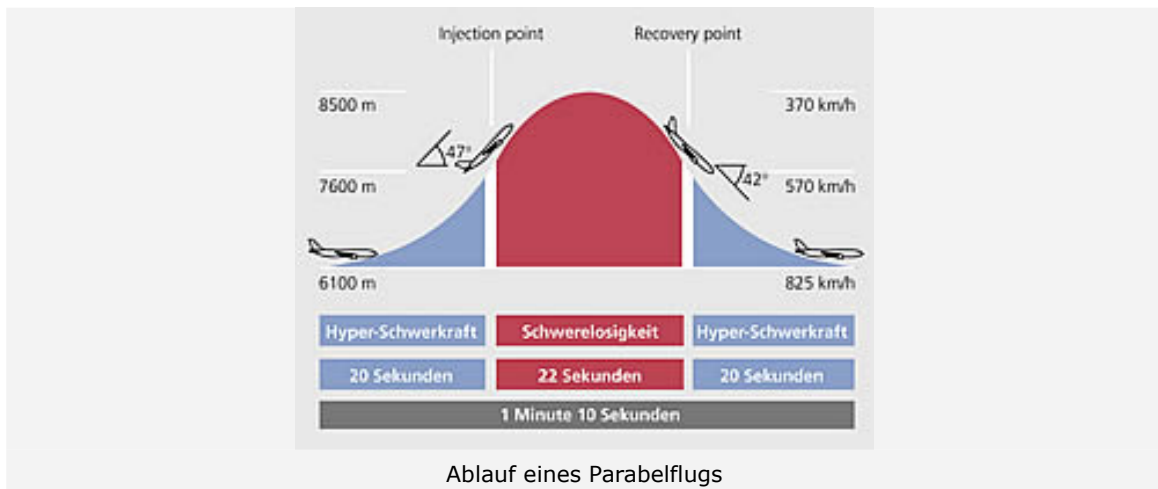
Es ertönt "30 seconds, 20, 10, 5, 3, 2, 1, pull up", der Airbus A 300 ZERO-G zieht plötzlich steil in den Himmel, der Pilot gibt vollen Schub. Als hätte die Schwerkraft zugenommen, zieht mich der Flugzeugboden wie ein Magnet an. Doppelte Schwerkraft! Es ist, als würde ich meine Zwillingsschwester auf den Schultern tragen. Dann folgt das, worauf ich so lange gewartet habe: Aus dem Cockpit wird "30, 40, injection" gerufen, und der Pilot lässt den Airbus mit gedrosselten Triebwerken in die Parabel eintauchen. Für die nächsten 22 Sekunden – eine kurze Zeit zum Experimentieren – ist die Schwerkraft aufgehoben, der Airbus befindet sich im Zustand des freien Falls. Die unsichtbare Macht der Schwerkraft, der wir sonst im Alltag nie entkommen und die dafür sorgt, dass Äpfel vom Baum auf die Erde fallen, spüre ich plötzlich nicht mehr. Wie bei einem magischen Zaubertrick beginne ich zu schweben, bin von diesem tollen Gefühl, völlig losgelöst zu sein, überwältigt. Ich finde mich plötzlich kopfüber, halte mich am Experimentgriff fest, nachdem ich die Kamera erfolgreich getriggert habe. Wo ist nun die Flugzeugdecke, wo der Boden? Es gibt kein Oben und kein Unten, und ich muss mich komplett neu orientieren.



Im freien Fall

Nach 22 Sekunden warnt der Pilot "20", und ich muss schnellstens meinen Körper in Richtung Boden bringen, denn es folgt der Ruf "30, pull out", und ich stürze zu Boden. Die Phase der Schwerelosigkeit endet abrupt. Während nun das Flugzeug das "Tal" seiner Flugbahn durchfliegt und zur nächsten Parabel "Anlauf" nimmt, erhöht sich erneut die Anziehungskraft auf das Doppelte der Erdanziehung. Wieder habe ich das Gefühl, mit dem doppelten Gewicht zu Boden gedrückt zu werden. Erneut strömt mein Blut schnell in meine Füße, wo sich wohl bereits mein Magen zu befinden scheint. Diese Sekunden

erscheinen unendlich. Doch dann ist der Airbus von den Piloten abgefangen und geht in den normalen Steigflug über: ein Moment der Erleichterung. Wir befinden uns in der Phase der normalen Erdbeschleunigung. Die nächste Parabel beginnt in ungefähr zwei Minuten.



Wow! Das also ist das Geheimnis! Dieses Gefühl zaubert den Experimentatoren ein Lächeln auf die Lippen, das gar nicht verschwinden möchte. Ist aber die Schwerelosigkeit der einzige Grund? Sicherlich nicht nur! In meinen Augen ist es eben diese einzigartige Kombination aus Forschen und Schwerelosigkeit. Ich bin glücklich über den Verlauf meines Versuchs, da ich unter 0g und unter 2g ein Spray generieren konnte, welches in beiden Gravitationsphasen einen Flüssigkeitsfilm – unterschiedlicher Dicke – erzeugt.

Ich bin tatsächlich überwältigt von dem Gedanken, soeben etwas untersucht zu haben, was am Boden gar nicht realisierbar wäre. Vor uns: weitere 30 Wechsel zwischen 1g, 2g, 0g, 2g, 1g – zwischen gewohnten Arbeitsbedingungen, mächtiger Schwere und grandioser Leichtigkeit. Dennoch ist die körperliche Anstrengung nicht zu unterschätzen. Meine Kollegen und ich arbeiten konzentriert Parabel für Parabel, um 100 Prozent der geplanten Daten zu gewinnen. Ich sehe bevorzugt jede Parabel für sich als Herausforderung und nicht das Gesamtpaket von 31 Parabeln. Vor jeder Parabel kündige ich die Parameter an, um sicher zu stellen, dass sie richtig gesetzt wurden.

Schweben - freier als ein Vogel

Ein einziges Mal lasse ich es mir aber dann doch nicht nehmen, mich in die so genannte "Free Floating Zone" zu begeben. Da ist ein großes "Käfignetz" gespannt, in dem es keine weiteren Geräte oder Hindernisse gibt. Ich darf mich innerhalb dieses Netzes austoben: sowohl in den 2g-Phasen als auch in den 0g-Phasen, ohne ein Nachbar-Experiment zu stören. Ich merke, dass hier das 0g-Gefühl deutlich "körperbewusster" ist. Ich erlebe und ertaste mein neues Raumgefühl: Ich kann mich in allen drei Dimensionen völlig ungehindert bewegen, ohne Geräte, Gurte oder andere störende Elemente. Wie ein Vogel schwebe ich völlig frei und versuche sogar in diesem Zustand ein paar Brustschwimmzüge – die natürlich keine Vorwärtsbewegung zur Folge haben. Dagegen verleiht mir selbst das geringste Abstoßen vom Boden einen großen Impuls und ich fliege plötzlich sehr schnell in unerwartete Richtungen.



Bei der nächsten Parabel zurück am Versuchsstand bemerke ich, mit welcher Selbstverständlichkeit mein Team und ich inzwischen alle Kameras und Instrumente betätigen. Dass wir zeitgleich ein weiteres "Objekt" erforschen, nämlich uns selbst, unseren menschlichen Körper, ist vielen in diesem Moment wohl gar nicht bewusst. Die Schwerkraft, die uns seit unserer Geburt mitgegeben wurde, jene Kraft, die alle Vorgänge auf der Erde dominiert, scheint während des Fluges 30 Mal wie ausgelöscht. 30 Mal 22 Sekunden voller 0g-Daten als auch 2g-Datensätze, die einzigartig und so am Boden nicht reproduzierbar sind.

Ich blicke zurück auf ungefähr zwei Stunden Forschen unter Extrembedingungen und möchte am liebsten den Piloten bitten, "nur noch eine Parabel mehr" zu fliegen, um es uns allen an Bord nach diesem "Arbeits-Marathon" zu ermöglichen, am Ende noch ein allerletztes Mal, ohne Knöpfchen zu drücken, in den Genuss der "Leichtigkeit des Seins" zu kommen.

Schließlich sind alle Experimente geglückt und unser System ist heruntergefahren. Wie gewöhnliche Passagiere nehmen wir den Landekurs auf. Wenig später habe ich wieder festen Boden unter den Füßen und es warten die weiteren Teamkollegen, die brennend interessiert sind zu erfahren, ob alles funktioniert hat, und die natürlich auch wissen möchten, wie es ist, schwerelos zu sein. Ich berichte vom Flug und sehne mich jetzt schon wieder nach 22 schwerelosen Sekunden – aber die Realität der Checklisten holt mich schnell ein. Nun müssen wir alle wertvollen Daten sichern, erneut Gasflaschen wechseln und den Wassertank neu befüllen, damit unser Spray-Versuch bereit ist für das erneute morgige Achterbahn-Abenteuer. Ich bin angesteckt und fasziniert von dieser Art zu forschen und kann es – wie ein Kind – kaum erwarten, wieder einmal schwerelos forschen zu dürfen. Und da weiß ich, dass sich jeder harte Arbeitstag und jede Nachtschicht in Darmstadt für diese 30 mal 22 Sekunden gelohnt hat.

Kontakt

Olympia Kyriopoulos

Technische Universität Darmstadt

Tel: +49 6151 16-6558

Fax: +49 6151 16-4754

E-Mail: o.kyriopoulos@sla.tu-darmstadt.de

Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.