

Thema: „Schwerelos für 20 Sekunden“

„Durchführung von Experimenten in der Schwerelosigkeit mit Hilfe des Visualisierungsverfahrens Frozen Reality“

Zusammenfassung:

„Wie verhalten sich Kurzzeitvorgänge - wie zum Beispiel Einschläge in Festkörper oder Flüssigkeiten - unter Schwerelosigkeit?“ Um mit Hilfe des Visualisierungsverfahrens ‚Frozen Reality‘ Antworten auf diese und andere spannenden Fragen zu bekommen, bewarb sich das internationale Forscherteam erfolgreich bei einem Parabelflug der ESA...

Beschreibung:

Schwerelosigkeit erlebt man nicht nur im Weltraum – denn jeder, der schon einmal Achterbahn gefahren ist, kennt den Moment, in dem man nahezu schwerelos ist, wenn auch nur für ganz kurze Zeit. Nun gibt es in der Forschung die Notwendigkeit (nicht nur in Hinblick auf die Raumfahrt), Experimente in der Schwerelosigkeit durchzuführen. Denn ein ähnlicher Zustand wie auf einer Achterbahn ist in einem Flugzeug bei einem sogenannten Parabelflug möglich – nur eben erheblich länger. Ein solcher Flug ermöglicht spannende Experimente in der Schwerelosigkeit unter Bedingungen, die nahezu denen im Weltraum gleichen.

Doch was ist überhaupt genau ein Parabelflug? Parabelflüge werden verwendet, um kurzzeitige Mikrogravitation (Quasi-Schwerelosigkeit) zu erreichen. Dazu wird ein Flugzeug so auf einer Parabelbahn gelenkt, dass die Schwerkraft kompensiert wird. Das heißt, dass sich das Flugzeug auf der gleichen Bahn bewegt, wie es der Wurfparabel sämtlicher in dem Flugzeug befindlicher Gegenstände entspricht - die Wurfparabel ist vergleichbar mit der Bahn eines Steines, der schräg nach oben geworfen wird und wieder zur Erde zurückfällt. Sämtliche Gegenstände oder Personen im Flugzeug bewegen sich somit kräftefrei zueinander und sind in Bezug auf das Flugzeug schwerelos. Parabelflüge wurden in erster Linie dazu benutzt, Astronauten für Missionen im Weltraum vorzubereiten und an das Gefühl der Schwerelosigkeit zu gewöhnen. Mittlerweile haben sie sich auch zu einer günstigen und flexiblen Methode entwickelt, Experimente durchzuführen, die nur kurze Zeit Mikrogravitation benötigen. Die Firma Novespace aus Frankreich gehört zu den Unternehmen, die Parabelflüge seit vielen Jahren durchführen. Dazu besitzt Novespace

einen eigens dafür umgebauten Airbus A300, der u.a. für Experimente oder Astronautentraining im Auftrag der ESA genutzt wird.

Wie läuft nun so ein Parabelflug ab? Sämtliche Experimente werden in ein speziell präpariertes "Zero-G"-Flugzeug eingebaut. Sind die Experimente befestigt und getestet, startet das Flugzeug. Das Flugmanöver unterteilt sich in 3 Phasen: In der ersten Phase steigt das Flugzeug in einem Winkel von ungefähr 45 Grad gegen den Himmel auf (zum Vergleich: ein normales Passagierflugzeug erreicht beim Starten und Landen eine Steigung von ca. 18 Grad zur Erdoberfläche), was zu einer Beschleunigung aller Gegenstände und Personen innerhalb des Flugzeugs von 1,8 g führt. In der zweiten Phase werden die Triebwerke so gedrosselt, dass die Flugbahn des Flugzeugs eine Wurfparabel beschreibt. Dies ist die Phase der Mikogravitation (nahezu 0 g), in der die Experimente von den mitfliegenden Forschern durchgeführt werden. Diese Phase dauert ca. 20 Sekunden. Anschließend wird das Flugzeug wieder abgefangen (pull out) und setzt (wiederum mit einer Beschleunigung von ca. 1,8g) zum nächsten Parabelflug an. Für dieses Flugmanöver sind vier Piloten zuständig, die sehr viel Erfahrung auf diesem Gebiet benötigen.

Aber nicht nur „Berufsastronauten“ haben die Möglichkeit, die Schwerelosigkeit bei einem Parabelflug zu nutzen. Denn seit 1994 gibt die ESA alljährlich interessierten jungen Forschern aus ganz Europa und Kanada die Möglichkeit, sich bei der ESA um die Teilnahme an einem Parabelflug zu bewerben. Gesucht werden junge, motivierte Forschergruppen mit interessanten Projekten, die ihre Experimente dann in der Schwerelosigkeit durchführen dürfen.

Bei dieser ESA-Kampagne hat sich das Team des 'Frozen Reality Space Project' unter über 160 angemeldeten Projekten erfolgreich gegenüber seinen Mitbewerbern behaupten können. Nach einer Vorbereitungszeit von gut 8 Monaten startete das Projekt Anfang Juli 2004 in Bordeaux (Frankreich) in die Schwerelosigkeit. Das internationale Team setzt sich aus zwei deutschen Studenten und zwei italienischen Studenten zusammen. Zum deutschen Teil des Teams gehören der Erfinder der „Frozen Reality“ Florian Maier (1978 geboren und aufgewachsen in München, seit Okt. 2000 Student der Medientechnologie an der TU Ilmenau, Thüringen) und - seit Beginn des Schwerelosigkeitsprojektes dabei, also seit gut einem Jahr - Benjamin Holfeld (1984 geboren und aufgewachsen in Dresden, seit Okt. 2003 Student der Physik an der Uni Würzburg).

Um was geht es bei dem Frozen Reality Space Projekt? Das Ziel des Projekts ist die Durchführung von physikalischen Untersuchungen in der Schwerelosigkeit mit Hilfe des 'Frozen Reality'-Verfahrens:

„Frozen Reality“ ist ein Visualisierungsverfahren, das 1999 von Florian Maier zur visuellen Beobachtung von Ultrakurzzeitvorgängen entwickelt und patentiert wurde. Seither wurde es bereits in vielen Anwendungsbe-
reichen erfolgreich eingesetzt, unter anderem in materialwissenschaftli-
chen Studien an der TU Ilmenau, in einem studentischen Kinofilm und
sogar als dreidimensionale Bildaufnahmetechnik für ein Kunstprojekt.
Seit gut zwei Jahren wird das Verfahren im Rahmen von Forschungsar-
beiten an der TU Ilmenau weiterentwickelt. Und auch für die Zukunft sind
weitere Projekte von Florian Maier geplant: so ist beispielsweise für 2005
der Einsatz der „Frozen Reality“-Technik bei einem Kinofilm eines
schweizer Regisseurs, dem Dokumentarfilm „Der Klang des Wassers“,
fest geplant.

Mit dem Verfahren wird es nämlich möglich, sehr schnell ablaufende
Vorgänge in einem definierten Moment festzuhalten – quasi „einzufrie-
ren“ - und sind in diesem „eingefrorenen Raum“ mit einem kontinuierli-
chen Kameraschwenk zu bewegen. Die Aufnahme erfolgt mit mehreren
digitalen Fotokameras (ca. 10 Stück), wobei alle Kameras im Kreis um
das aufzunehmende Objekt angeordnet sind und gleichzeitig ausgelöst
werden. Werden die Einzelfotos, die sich nur in Ihrer Perspektive, nicht
aber in Ihrem Aufnahmezeitpunkt unterscheiden, nacheinander abge-
spielt (hier müssen noch zusätzliche Zwischenbilder mit dem Computer
berechnet werden), ergibt sich der Eindruck, man könne sich um ein ein-
gefrorenes Objekt bewegen.

Damit eignete sich das Verfahren auch hervorragend, schnell ablaufende
Vorgänge für die Raumfahrttechnik in Schwerelosigkeit zu visualisieren.
Beispielsweise ist es interessant herauszubekommen, wie ein Einschlag
eines Eisklumpens auf ein Sonnensegel eines Satelliten abläuft – oder
das Verhalten von bestimmten Flüssigkeiten unter Schwerelosigkeit -
beides Problemstellungen, die für sowohl die Raumfahrttechnik als auch
die Physik sehr interessant sein können.

Daher suchte sich Florian Maier 2003 ein Team zusammen, um sich mit
der „Frozen Reality“-Technik bei der ESA zu bewerben. Erfolgreich, wie
sich im Februar 2004 herausstellte.

Und so funktioniert das Experiment des so genannten ‚Frozen Reality
Space Projektes‘: Um die kurzen Momente genau analysieren zu kön-
nen, werden diese Vorgänge also mit mehreren Fotokameras und zu-
sätzlich mit einer hochauflösenden Hochgeschwindigkeitskamera (eine
Leihstellung des Fraunhofer-Instituts, Erlangen) von verschiedenen Per-
spektiven aus gleichzeitig fotografisch festgehalten und anschließend mit
Hilfe eines Computerprogramms zu einem dreidimensionalen Kamera-
schwenk zusammengefasst. Diese Vorgehensweise ermöglicht die Be-

trachtung dieser schnellen Vorgänge mit einer sehr guten örtlichen Auflösung, man hat also die Möglichkeit, sich quasi in einem „eingefrorenen Raum“ um „eingefrorene“ Gegenstände zu bewegen - eine Möglichkeit der Visualisierung, wie sie mit herkömmlichen Methoden nicht möglich ist. Durch die Hochgeschwindigkeitskamera wird es zusätzlich möglich, auch einen Eindruck von der zeitlichen Abfolge des physikalischen Vorganges zu bekommen. Die Kombination beider Aufnahmetechniken ermöglicht so neue Erkenntnisse über derartig schnelle Abläufe.

Und nicht nur das: die Kurzzeitvorgänge können auf diese Weise nicht nur wissenschaftlich untersucht sondern auch Laien mit eindrucksvollen Bildern verständlich präsentiert werden. „Gerade dies sei in der heutigen Zeit sehr wichtig“, so Philippe Willekens, Leiter der Education Office der ESA. „Die Leute müssen für die Wissenschaft und natürlich auch für die Raumfahrt mit eindrucksvollen Bildern begeistert werden, und „Frozen Reality“ ist eine Technik, die dies in beeindruckender Weise möglich macht“.

Für den Parabelflug musste die Experimentiervorrichtung (siehe Bilder) höchsten Anforderungen an Einfachheit der Bedienung und mechanischer Belastbarkeit gerecht werden. Dazu war es beispielsweise nötig, dass sämtliche Komponenten fest in einem eigens dafür gebauten Rack eingebaut und verschraubt sind. Darüber hinaus mussten alle Komponenten eine mechanische Belastbarkeit für den Notfall (z.B. bei einer Notlandung) von bis zu 9-facher Erdbeschleunigung aushalten. Für die Experimente selbst war es aus Sicherheitsgründen notwendig, spezielle, von außen einsehbare Experiment-Zylinder zu bauen, in denen die Experimente ohne die Gefahr des Austretens von Splittern, Flüssigkeiten oder ähnlichem durchgeführt werden konnten.

Auch war es notwendig, die Bedienung der Apparatur so einfach wie möglich zu gestalten, denn in der kurzen Zeit der Schwerelosigkeit sollte aufgrund der ungewohnten Umstände, in der sich der Experimentierender befindet, alles so einfach wie möglich, nämlich auf Knopfdruck, bedienbar sein. Dazu war die Realisierung einer komplizierten Auslöse- und Triggerschaltung von Nöten.

Während der Vorbereitungswoche in Bordeaux wurde dann das gesamte Experimentier-Rack von den scharfen Blicken des CEV (eine Art TÜV für die Luftfahrt) genauestens untersucht und - glücklicherweise – für „mitflugtauglich“ befunden.

In der darauf folgenden Woche war es dann soweit: Am ersten von den drei Flugtagen hatten alle Teilnehmer auf einem Eingewöhnungsflug die Möglichkeit, zum ersten Mal in Kontakt mit der Schwerelosigkeit zu kommen. Es wurden unter begeisterten Jubelrufen die ersten 5 Parabeln geflogen. Einigen Teilnehmern ist die wechselnde Belastung der 2-fachen Erdbeschleunigung und der danach eintretenden Schwerelosigkeit nicht sehr gut bekommen (das Flugzeug wurde früher - wohl nicht

ohne Grund - „Kotzbomber“ genannt), obgleich jeder Teilnehmer die Möglichkeit hatte, starke Tabletten gegen die Übelkeit zu nehmen (eine Mischung aus einem übelkeitsunterdrückendem und damit betäubenden Mittel und Amphetaminen, um wach zu bleiben – die ESA hat dafür übrigens eine Ausnahmegenehmigung in Frankreich).

An den darauf folgenden zwei Tagen sind dann jeweils zwei Teammitglieder geflogen und haben die Experimente in 30 Parabeln à 20 Sekunden Schwerelosigkeit durchgeführt.

Philippe Willekens war sowohl von der internationalen Zusammenarbeit als auch von den Ergebnissen der „Frozen Reality“ sehr begeistert: „Ich bin von der Qualität der Bilder und von der Idee der „Frozen Reality“ sehr beeindruckt. Es begeisterte mich auch, wie motiviert das Projekt vorangetrieben wurde. Nun wollen wir herausfinden, wie wir diese Technik am besten nutzen können und was wir aus den Ergebnissen lernen können.“

Aber nicht nur die guten wissenschaftlichen Ergebnisse waren die Teilnahme an der 7th Student Parabolic Flight Campaign wert. Allein die Zusammenarbeit in einem internationalen Team und die Möglichkeit, einmal in seinem Leben wirkliche Schwerelosigkeit zu erleben, waren ein absolutes Highlight.

Mehr Infos und Fotos unter:

<http://www.frozen-reality.de/parabolic/>

<http://www.frozen-reality.de/>

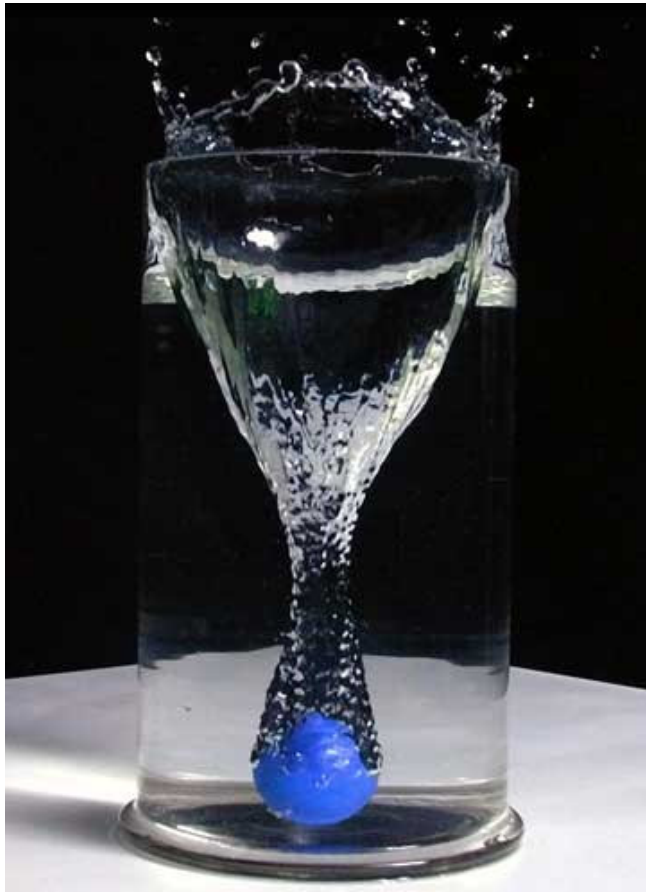
Für Rückfragen:

Florian Maier
Ahornstr. 5
82205 Gilching

Tel: + 49 (0) 8105 / 379610

(bitte ggf. auf Anrufbeantworter sprechen und Telefonnummer für einen Rückruf hinterlassen. Vielen Dank)

Falls Sie einen Artikel über das Projekt schreiben wollen, so wären wir sehr dankbar, wenn Sie uns nach Erscheinen min. 2 Belegexemplare für das Archiv zukommen lassen würden. Vielen Dank!



Plastikball der in ein mit Wasser gefülltes Glas fällt...

Aufgenommen mit dem ‚Frozen Reality‘ - Visualisierungsverfahren unter Schwerkraft. Dieses Bild ist nur ein Einzelbild einer ganzen Serie von Bildern verschiedener Perspektive. Mit dem eigentlichen ‚Frozen Reality‘ - Visualisierungsverfahren kann man sich plastisch um diesen wie eingefroren wirkenden Vorgang herumbewegen. (siehe Demofilm unter Demo auf <http://www.frozen-reality.de>)



Die Aufnahmeapparat:

Im Vordergrund ist die Kameraapparatur zu sehen, im Hintergrund der Plexiglaszylinder, in dem die Experimente durchgeführt wurden. (Quelle: Florian Maier)