



**Die Mechatronik steckt in der Avionik der Kapsel:**

# Grenzen verschieben

Am 14. Oktober 2012 sprang mit Felix Baumgartner erstmals ein Mensch aus beinahe 40 km Höhe aus dem Weltall zur Erde und brach dabei vier Rekorde, denn es war der zweitlängste freie Fall und der längste Fallschirmsprung, aber auch der höchste Sprung mit der größten Geschwindigkeit. Das war nicht nur eine extrem mutige Tat und ein Marketing-Event der Sonderklasse, das war in mehr als einer Hinsicht auch eine Meisterleistung der Technik, im Besonderen der Mechatronik.

Autor: Ing. Peter Kempfner / x-technik

**W**enn Mut, Geld und Technik zusammenkommen, werden ganz ungewöhnliche Dinge möglich“, sagt Dr. Gernot Grömer, Vorstand des Österreichischen Weltraum Forums in Innsbruck. „Red Bull Stratos war in mehr als einer Hinsicht etwas ganz besonders ungewöhnliches.“

### Wichtige Grenzverschiebung

Ungewöhnlich war Red Bull Stratos wegen seiner enormen Reichweite durch die mediale Aufbereitung als Folge des Marketing durch den Hauptsponsor, ungewöhnlich aber auch in Bezug auf das Grenzgängertum. Nie zuvor war ein Sprung aus solcher Höhe gewagt worden, zum allerersten Mal erfolgte ein Rücksturz eines Menschen aus dem Weltraum zur Erde, bei dem sich dieser nicht in einem Raumschiff befand.

„Es braucht Menschen mit Charaktereigenschaften wie denen von Stratosphärenspringer Felix Baumgartner, dem es ein Bedürfnis war, in noch nie vom Menschen betretene Bereiche vorzudringen und Grenzen zu verschieben“, findet Dr. Grömer, der den Stratosphärensprung für Servus TV aus wissenschaftlicher Sicht kommentierte. „Das ist wesentlich für die Wissenschaft, die ja aus dem Miteinander von Theorie und Vergleich lebt und Grenzen verschiebt, um anschließend zu überprüfen, wieviel Ähnlichkeit das was passiert mit der Vorhersage hat.“

### Neue Herausforderungen

So konnten etwa vor dem Sprung keine gesicherten Aussagen darüber getroffen werden, was während des Fluges passieren würde. Vor allem die Aerodynamik des Menschen im Raumanzug war schwer zu prognostizieren. Seine komplexe Geometrie mit vielen nicht-rigiden Elementen ließ keine Analogieschlüsse aus den mit in der Stratosphäre fliegenden militärischen Aufklärungsflugzeugen zu. Bestimmendes Element dieser Geometrie ist neben der menschlichen Anatomie der schützende Raumanzug. Hier konnte der technische Projektleiter Art Thomson für die Grundfunktionalität auf einen Overall aus dem Space Shuttle Programm der NASA zurückgreifen. Es handelte sich um einen Anzug aus dem Rettungssystem ACES (Advanced Crew Escape System), in dem Astronauten im Fall von Katastrophen beim Start die Raumfähre verlassen können. Er wurde



**oben** An einer Ballonhülle mit 10 µm Materialstärke hängend, erreichte die Kapsel den Ausstiegspunkt in knapp 40 Kilometern Höhe. Foto: Red Bull

**unten** Das eigentliche mechatronische Wunderwerk ist die Kapsel, die als „Raumschiff Light“ alle erforderlichen Funktionen ausfallsicher bereitstellt. Foto: Red Bull

um eine Außenhülle mit Höhentauglichkeit ergänzt und Elektronik für das Black Box Aufzeichnungsgerät. Hauptherausforderung war die Gestaltung des thermischen Verhaltens, denn in der Ausstiegshöhe herrscht nur knapp 1 % des Luftdrucks in Bodennähe, und da gibt es keinen Wärmetransport per Konvektion mehr.

### Raumschiff „Light“

Auch für den Stratosphärenballon, der Felix Baumgartner auf Absprunghöhe brachte, konnten die Organisatoren nicht auf ein bestehendes Modell zurückgreifen, denn

noch nie war eine knappe Tonne Nutzlast in eine solche Höhe gehoben worden. Es war ein Flugkörper zu entwickeln, der einen Menschen am Leben erhalten muss, und ein Ballon, der diesen kontrolliert in die gewünschte Höhe heben kann. Der die Kapsel tragende Helium-Ballon hatte ungeheure Ausmaße. Mehr als 100 Meter hoch, fasste er 834,5 Millionen Liter Helium (zum Vergleich: Ein Gastank-Sattelaufleger fasst knapp 60.000 Liter, sodass für eine einzige Ballon-Ladung 14.000 LKW-Fuhren des Edelgases in die Wüste von New Mexico gebracht werden mussten). Die aus Mylar-Folie bestehende Außenhaut wies mit →

10 µm Dicke gerade einmal ein Zehntel der Wandstärke eines Einkaufssackerls auf. „Der Ballon war eine bessere Seifenblase“, beschreibt das Dr. Grömer. „Die Mechatronik steckt in der Avionik der Kapsel.“

Das beginnt mit dem Lebenserhaltungssystem und geht über die Energieversorgung bis zur Kommunikation. Dass die Kapsel druckdicht sein muss, ist leicht nachvollziehbar, sie braucht aber auch eine besondere Ergonomie, denn der Raumfahrer befindet sich die ganze Zeit in seinem Anzug, und der stellt bei allen Bedienhandlungen eine massive Behinderung dar. Um den Energieverbrauch zu minimieren, reiste Baumgartner im drucklosen Anzug nach oben, in einem beweglichen Stuhl und geschützt von der Atmosphäre in der Kapsel. Nach dem Verschließen des Anzugs verließ er diese Light-Variante eines Raumschiffs über ein Druckschott. Das stellt besondere Anforderungen an die Gasregulierung: Nach dem „Abnabeln“ des Astronauten muss ein kontrollierter Druckabbau in der Kapsel stattfinden.

**Dutzende Show-Stopper**

Zu einer besonderen Herausforderung wird die Entwicklung solcher Systeme dadurch, dass jedes Versagen einer einzelnen Komponente zum sicheren Tod des beförderten Menschen führt, wenn es nicht durch konstruktive Maßnahmen abgefangen wird. Dutzende potenzielle Show-Stopper müssen gefunden, Redundanzen eingebaut und dokumentiert werden, um den erfolgreichen Verlauf einer derartigen Mission zu gewährleisten. So wird etwa die Luftverteilung in der Kapsel, ebenso die Versorgung des Raumanzuges über die Nabelschnur, mithilfe zahlreicher Ventile geregelt. Wenn eines davon einfriert, darf das nicht zum Stillstand in der Druckregulierung führen. Es ist daher erforderlich, das Funktionieren jeder einzelnen Komponente zu überwachen und für den Fall der Fälle eine alternative Möglichkeit einzu-



**oben** Mit dem Sprung aus dem Weltall verschob Felix Baumgartners Stratosphärensprung die Grenzen des Menschenmöglichen. Foto: Red Bull

**unten** Absprung mit 40 Kilometer entferntem Ziel Foto: Red Bull

bauen, das Ziel auf einem anderen Weg zu erreichen. Dabei sind der Phantasie durch die Größen- und Gewichtsbeschränkungen in dem experimentellen Luftfahrzeug enge Grenzen gesetzt.

**Grenzen der Materialhärte überwinden**

Red Bull Stratos war ein Extremsportevent. Auch die Wissenschaft profitierte davon,

denn es bot in einzigartiger Weise Gelegenheit, wissenschaftliche Geräte mit zu befördern. Und es zeigte einem breiten Publikum, was mechatronische Entwicklung zu leisten imstande ist, wenn sie ihre Ziele ernst nimmt. Und die bestehen nicht nur bei der Schaffung der passenden Arbeitsmittel für einen Draufgänger daraus, Grenzen zu verschieben, sondern auch wenn es um die Entwicklung eines Straßenfahrzeuges oder einer Produktionsmaschine geht.



“ Sport, Wissenschaft und Technik haben eines gemeinsam: Es geht darum, existierende Grenzen zu verschieben. Der Ballon war eine bessere Seifenblase. Die Mechatronik steckt in der Avionik der Kapsel.

**Dr. Gernot Grömer vom Österreichischen Weltraum Forum (Foto © ÖWF / Katja Zanella-Kux)**

**Österreichisches Weltraum Forum**

**Büro Innsbruck  
c/o Institut für Teilchenphysik**

Universität Innsbruck  
Technikerstraße 21a  
A-6020 Innsbruck  
Tel. +43 512-507-34700  
[www.oewf.org](http://www.oewf.org)