

# Frei fallen und sicher stoppen

## Industrie-Stoßdämpfer im Dienst der physikalischen Grundlagenforschung



Bildnachweis: ZARM

*Ende 2004 wurde im Bremer Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) die neue Katapultanlage eingeweiht. Im so genannten „Bremer Fallturm“ lassen sich Experimente in der Schwerelosigkeit durchführen. Messkapseln werden vom Boden des Turms aus beschleunigt, fliegen bis zur Spitze und fallen nach schwerlosem Flug in einen gedämpft einschwenkenden Bremsbehälter. Industrie-Stoßdämpfer spielen dabei eine wichtige Rolle.*

Die Autoren: Dr. Holger Hillmer, Robert Timmerberg und Herbert Stecher, plus2 GmbH, Langenfeld

Der Bremer Fallturm macht ab sofort Experimente in der Schwerelosigkeit mit einer Dauer von knapp 10 s - zwei Mal länger als zuvor möglich. Dafür sorgt ein neuartiges Katapult im Inneren der Vakuumröhre, das für eine Reihe von Versuchen eine gute Alternative zu teuren Raketenflügen in den Weltraum darstellt. Seit Inbetriebnahme im September 1990 hat das Bremer ZARM schon 4200 Fallversuche gezählt. Dabei ist der Fallturm in Europa einzigartig in seiner Größenordnung. In der neuen Ausbaustufe steht er sogar weltweit allein da. Genutzt wird er für Experimente, bei denen Wissenschaftler z.B. erforschen, wie Flüssigkeiten brennen.

Bei vielen Vorgängen ist uns im Alltag überhaupt nicht bewusst, dass sie ohne Schwerkraft so nicht funktionieren könnten. Wie brennt beispielsweise eine Kerzenflamme, ohne durch den Auftrieb heißer Gase angefacht zu werden? Wie verlaufen Strukturvorgänge in Schmelzen und bei Kristallisationen ohne den Einfluss der Gravitation und die durch sie hervorgerufenen Auftriebsströmungen? Wie verhalten sich Flüssigkeiten unter Schwerelosigkeit (Adhäsion, Kohäsion)? Wie kann man am besten Treibstofftanks im Weltraum entleeren? Zu den Hauptfragestellungen der Mikrogravitationsforschung gehören deshalb u.a. die Eliminierung der von Schwer-

kraft getriebenen Konvektionen, Sedimentationen und hydrostatischen Drücke.

### Einzigartige Katapulteinrichtung

Während bis vor kurzem in dem bis zur Spitze 146 m hohen Bremer Fallturm eine 300 bis 500 kg schwere Versuchskapsel an einer Seilwinde an das obere Ende der 110 m hohen Fallröhre gezogen und zum freien Fall freigegeben wurde, um dann schließlich in einem mit Styroporgranulat gefüllten Abbremszylinder zu landen, gelang es den Ingenieuren im ZARM, diese weltweit eingesetzte Technik nun ganz entscheidend abzuwandeln (Bilder 1 und 4).

Eine geniale Konstruktion nämlich verdoppelt die Dauer der Schwerelosigkeit. Die Startposition der Kapsel wurde einfach von der Spitze in den Fuß des Turms verlegt. Dafür schnellte eine pneumatische Abschussvorrichtung die Kapsel mit 180 km/h in die Höhe. Das ist die Geschwindigkeit, mit der die Kapsel sonst beim Aufprall

### ■ Die Einsatzvielfalt von Industrie-Stoßdämpfern kennt keine Grenzen ■

gelandet wäre. Ab dem Moment, an dem sich Kapsel und Abschusszylinder trennen, einem nur ca. 0,28 s dauernden Beschleunigungsvorgang, befindet sich die Kapsel im freien Fall -



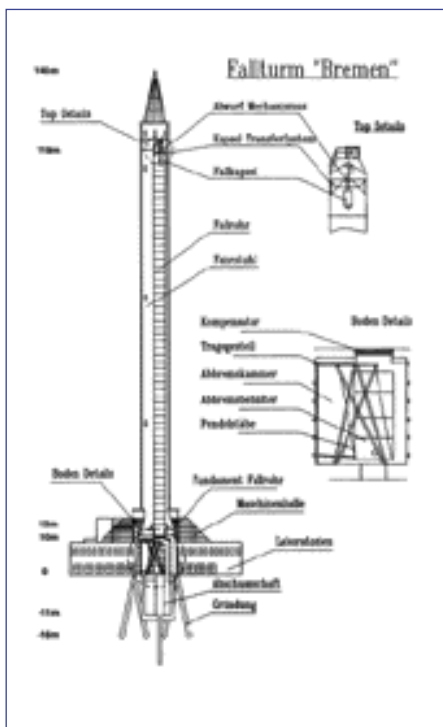
Bildnachweis: ACE, Foto H. Stecher, plus2

**Bild 2:** Industrie-Stoßdämpfer aus der Serie, die im Fallturm zum Einsatz kommt



Bildnachweis: ZARM

**Bild 3:** Einbaulage der Stoßdämpfer in die Einschwenvorrichtung des Abbremsbehälters



Bildnachweis: ZARM

**Bild 4:** Aufbau des Fallturms

wenn auch zunächst in Richtung Turmspitze. Entsprechend der Fallgesetze reduziert sich diese Anfangsgeschwindigkeit während der Fahrt bis an die Spitze der Fallröhre zu Null. Nun fällt die Kapsel wieder abwärts. Der Fall dauert aber nun doppelt so lange wie vorher, nämlich 10 s. Wollte man diese Falldauer durch einen allein abwärts gerichteten Fallvorgang im Wege einer Turmerhöhung erzielen, müsste die Fallröhre eine Länge von 397 m aufweisen ( $s = g/2 \cdot t^2$ ).

**Anspruchsvolle Konstruktion**

Bei dem neuen Bremer Konzept liegen Abschussvorrichtung und Auffangbehälter in einer Linie. Damit sie sich nicht gegenseitig behindern, wird der Auffangbehälter erst nach Abschuss der Kapsel mit einem großen Pendelgestell in die Falllinie eingeschwenkt (Bild 3). Berücksichtigt man die o.g. Werte, muss dieser

Vorgang sehr schnell gehen: 14 t sind innerhalb kürzester Zeit zu beschleunigen und abzubremesen, ohne dass das Gestänge verformt wird. Hierfür stehen nicht die vollen 9 s des Fallvorganges zur Verfügung, sondern nur deren drei. Dann nämlich muss das Einschwanken abgeschlossen sein, um sicher zu gehen, dass auch bei Störungen, z.B. beim Abschuss, die Kapsel aufgefangen bzw. gebremst werden kann. Die Ruhelage des Pendels ist kluger Weise so gewählt, dass sie den Abbremszylinder durch ihr Gewicht in die Falllinie hineinzwingt, auch wenn einmal die Steuer und Antriebsenergie des Systems ausfallen sollten.

Die Konstruktion sieht vor, dass eine am Bremsbehälter angelenkte Deichsel an ihrem entgegengesetzten Ende senkrecht in die Höhe bewegt wird, um dann das Pendel mit Abbrems-einheit vor dem Abschuss des Katapults aus der Falllinie zu ziehen. Sofort nach dem Abschuss senken die Techniker die Deichsel der Abbrems-einheit mit einer Masse von ca. 300 kg mit ca.

müssen die Bauteile auch im Vakuum betrieben werden können. Diese Anforderungen werden durch die von der ACE Stoßdämpfer GmbH aus Langenfeld gelieferten Industrie-Stoßdämpfer erfüllt (Bild 2).

**Stoßdämpfer die Lösung**

Die im ZARM eingesetzten Industrie-Stoßdämpfer von ACE gehören zu den Vertretern der Magnum-Familie. Sie sind aus hochfestem, legierten Stahl, massiv und topfförmig aus dem vollen Material gefertigt. Dies bedeutet Sicherheit. Die selbst einstellenden Dämpferelemente bewirken eine deutliche Schonung der Abbrems-einheit des Fallturmes. Das Verbiegen von Führungen wird verhindert. Und die innovativen Maschinenelemente wirken dem Auspendeln der Abbrems-einheit entgegen.

Dipl.-Ing. Dieter Bischoff, Versuchsleiter für Fallturmexperimente beim ZARM, hebt weitere Vorteile hervor: „Auch die praktische Einbaumöglichkeit, gleich einem Gewindebolzen, sowie der integrierte Festanschlag geben diesen Stoßdämpfern ein Pro vor den Mitbewerbern.“

Die in Bremen eingesetzten Industrie-Stoßdämpfer der Größe M 64 lassen sowohl von ihren Grenzwerten der Energieaufnahme als auch vom maximal nutzbaren Bereich der effektiven Masse her ein breites Spektrum der Vorgabewerte zu. So kann zum Beispiel der 3,7 kg wiegende Dämpfer vom Typ MC 64100M3 bei einem Hub von 100 mm eine Energie von 3 400 Nm aufnehmen und dämpft zwischen 3 150 und 12 600 kg effektive Masse. Der mit einem 50 mm größeren Hub versehene Vertreter MC 64150M2 bringt 5,1 kg auf die Waage und schafft eine Energieaufnahme von bis zu 5 100 Nm pro Hub. Damit wurde für die Zukunft der Konstruktion genug Spielraum in Sachen Bremsleistung eingebaut. Neben ACE sind zahl-

**Eine Erfolgsgeschichte**

Auf dem Gelände der Universität Bremen ragt der knapp 150 m hohe Fallturm des Bremer Zentrums für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) wie ein riesiger Schreibstift in den Himmel. Er ist ein in Europa einzigartiges Großlabor, das Wissenschaftlern aus aller Welt die Möglichkeit zu erdgebundenen Experimenten unter kurzzeitiger Schwerelosigkeit bietet. Dort wird im Gegensatz und in Ergänzung zur orbitalen Mikrogravitationsforschung eine permanente und kostengünstige Nutzungsmöglichkeit angeboten. Die ESA (European Space Agency) ernannte das ZARM in einer feierlichen Zeremonie zu einer seiner externen Einrichtungen. Dies bedeutet verstärkte Nutzung und Finanzierung des Bremer Fallturmes durch die ESA. – Industrie-Stoßdämpfer tragen ihren Beitrag zu dieser Erfolgsgeschichte bei.

4,3 m/s ab, um den Bremsbehälter in die Falllinie zu bringen.

Diese Kräfte und Massen müssen wirksam gedämpft werden. Für die einzusetzenden Industrie-Stoßdämpfer forderten die Konstrukteure eine extrem hohe Ausfallsicherheit, große Toleranz gegenüber wechselnden Belastungsfällen und schließlich einfache Montage auch in schwieriger Einbaulage. Als weiteres Kriterium

reiche andere mittelständische Unternehmen an Aufbau und Betrieb des Bremer Fallturmes mit innovativen Lösungen beteiligt.

**Ausführliche Informationen zu den eingesetzten Stoßdämpfern sowie zum kompletten Programm des Anbieters**

ACE ..... **382**