

# Himmelspfeil mit 46 000 Kilometern pro Stunde

... (Teil VII): Das Institut für Raumfahrtsysteme will hoch hinaus – und scheut dabei weder Kosten noch Mühen für die aufwändige Reise ins All

**Vaihingen.** 21 000 Studenten zählt die Universität Stuttgart. Mehr als zwei Drittel aller Lehr- und Forschungseinrichtungen befinden sich in Vaihingen. Grund genug, sich auf dem Campus umzusehen: In einer Serie stellen wir besondere Einrichtungen und Projekte vor.

*Von Frederike Poggel*

Es war nur eine kurze Phase von 90 Sekunden, die so genannte heiße Phase des Wiedereintritts in die Atmosphäre. Dabei wurde die Raumkapsel Stardust von einem Flugzeug aus gefilmt. Im Januar dieses Jahres war das, seither wurden und werden die Daten ausgewertet, hochgerechnet, analysiert.

Die Stardust, eine 81 Zentimeter große Kapsel, war fast sieben Jahre im Weltall unterwegs und hat Staub und Gesteinreste von Kometen eingesammelt. Da Kometen so alt sind wie unser Sonnensystem, erhoffen sich die Wissenschaftler von den Proben Aufklärung darüber, wie unsere Galaxis und die Planeten entstanden sind.

Dass die kostbare Fracht unbeschadet auf irdischem Boden landet, war nicht selbstverständlich. Denn als erstes künstliches Objekt trat die Stardust mit einer Geschwindigkeit von 12,8 Kilometern pro Sekunde in die Erdatmosphäre ein. Das hört sich nicht viel an, macht aber stolze 46 080 Stundenkilometer. Die Space Shuttles treten mit acht Kilometern pro Sekunde ein. „Man denkt, das sei kein großer Unterschied“, sagt Michael Winter vom Institut für Raumfahrtsysteme an der Universität Stuttgart, der die Landung der Stardust vom Flugzeug aus verfolgt hat. „Aber die Belastungen steigen nicht linear, sondern potenzieren sich.“ Das heißt, dass die maximalen Lasten auf die Kapsel bei 12,8 Kilometern pro Sekunde nicht eineinhalbmal so groß sind wie bei acht Kilometern pro Sekunde, sondern ein Vielfaches davon. Und das erfordert besondere Schutzschilde, die das Weltraumgeschoss dennoch nicht mit allzu viel Gewicht belasten dürfen.

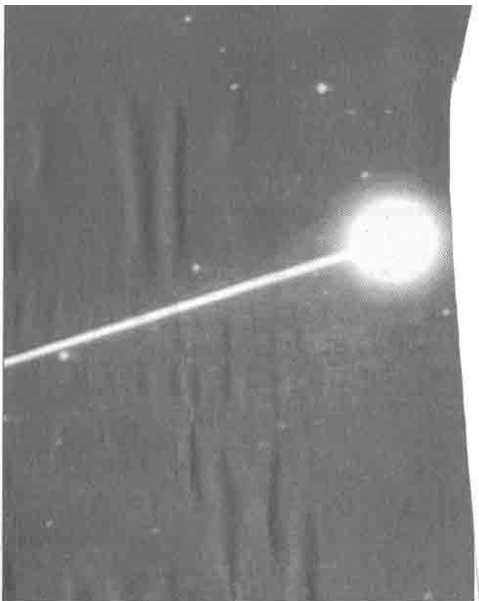
Warum aber sind manche Sonden so schnell? Das lässt sich mit der Fluchtgeschwindigkeit erklären, die man braucht, um aus dem Gravitationsfeld der Erde auszutreten. Möchte man etwa zum Mars fliegen, muss man auf 11,2 Kilometer pro Sekunde beschleunigen, sonst wird man immer wieder von der Erde angezogen. „Der Mars soll künftig Ziel von bemannten Raumfahrten sein, die dann auch wieder zur Erde zurückkehren werden. Dafür sind unsere Berechnungen unter anderem wichtig“, sagt Winter.

Auf den ersten Blick liegt diesen Berechnungen nicht mehr zu Grunde als mehrere Filme, die aus verschiedenen Perspektiven alle das Gleiche zeigen: ein leuchtender Ball, der über den Himmel zieht und einen Lichtstrahl hinter sich herzieht. Schöne Sternschnuppe, könnte der Laie denken. Zu sehen ist die Kapsel, wie sie in die Erdatmosphäre eintritt und zu glühen beginnt. Anhand der Aufnahmen kann man das Licht nun in seine verschiedenen Farben auflösen und so bestimmen, welchen chemischen und thermodynamischen Prozesse ablaufen.

Die Stardust hatte bei ihrem Eintritt in die Atmosphäre etwa eine Temperatur von 2900 Grad Celsius, haben erste Auswertungen ergeben. Warum aber wird für gewöhn-



Michael Winter vom Institut für Raumfahrtsysteme befasst sich mit Problemen, die in der Weltraumfahrt auftreten.



Eine Raumsonde beim Eintritt in die Erdatmosphäre.

lich kalte Luft in dieser Höhe so heiß? „Wegen des Verdichtungsstoßes – das Raumfahrzeug drückt die Luft zusammen“, sagt Michael Winter. Dadurch wird viel Energie freigesetzt, die Moleküle und Atome aufspaltet und eine Reihe weiterer chemischer Reaktionen hervorruft. Die Wissenschaftler benutzen dafür einen Fachterminus: Die gasförmige Luft geht in einen anderen Aggregatzustand über und wird zu Plasma. Nun ist Wärme physikalisch betrachtet nichts anderes als Energie, das Plasma ist also sehr heiß. Ein Schutzschild muss diese Wärme weit

gehend von der Raumkapsel fern halten. Im Fall der Stardust bestand der zu großen Teilen aus Kohlenstoff. „Der Trick ist, dass das Material durch die Hitze abdampft“, sagt Winter. „Denn so wird Energie verbraucht.“ Und dadurch verringert sich auch die Temperatur, denn Hitze und Energie gehen einher. Insgesamt 30 Wissenschaftler aus Amerika, Japan und Deutschland haben den Wiedereintritt der Stardust im Januar über Utah beobachtet. Seither analysieren und berechnen sie, was in der 90 Sekunden langen heißen Phase des Wiedereintritts abgelaufen

ist. Vielleicht ermöglichen diese Forschungen bald, dass auch sehr schnelle Raumschiffe, die vom Mars zurückkehren, unbeschadet die Erdatmosphäre passieren.

**INFO:** Bereits erschienen: „Nicht jede Spritzfahrt wird zum Vergnügen“ (5. August), „Spieglein an der Wand“ (8. August), „Korksandalen und Batikshirts trägt niemand“ (12. August), „Am Windrad gedreht“ (15. August), „Laserlicht am Ende des Glasfasertunnels“ (19. August), „Das Auto wird nur virtuell vor die Wand gesetzt“ (22. August).



Wie lassen sich fliegende Objekte am besten beobachten? Natürlich beim Fliegen. Daher arbeiten die Wissenschaftler vom Institut für Raumfahrtsysteme nicht nur im Labor, sondern auch in Flugzeugen. Fotos: Frederike Poggel, z. Mike Taylor, Utah State University