



DLR_School_Lab
Göttingen

Die schnellste Kamera der Welt

Peng! Ein lauter Knall und der Luftballon platzt. Das kennt jeder. Aber was passiert da eigentlich?

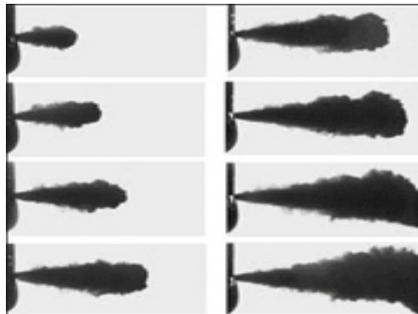
Es knallt, also muss der Ballon doch explodieren! Wirklich? Und was hat das mit dem Wiedereintritt eines Raumschiffs in die Erdatmosphäre zu tun? Oder mit der Entwicklung schadstoffarmer Motoren für unsere Umwelt?

Filmt wie ein Forscher mit einer Hochgeschwindigkeits-Kamera ultraschnelle Vorgänge und löst sie zeitlich so detailliert auf, wie es unsere Augen nicht vermögen! Und erlebt eine Überraschung ...

Die schnellste Kamera der Welt

Wozu die Superkamera?

Die Automobilindustrie optimiert mit ultraschnellen Kameras die Einspritz- und Verbrennungsvorgänge in Motoren – mit dem Ziel, die Verbrennung mit einer geringeren Schadstoffentwicklung ablaufen zu lassen. Und bei Crash-Tests kann man so Aufprallverläufe zeitlich detailliert auflösen, um die Sicherheit für die Fahrzeuginsassen zu verbessern. Im DLR Göttingen geht es darüber hinaus auch um extreme Schockwellen, sogenannte Verdichtungsstöße, wie sie beim Wiedereintritt von Raumfahrzeugen in die Erdatmosphäre auftreten. Sie können in einem speziellen Windkanal für Sekunden erzeugt und anschließend mit Hochgeschwindigkeitskameras analysiert und ausgewertet werden – wichtig für die sichere Rückkehr bemannter Raumflüge.



Einspritzvorgang in einem Motor

HighTech-Hexerei

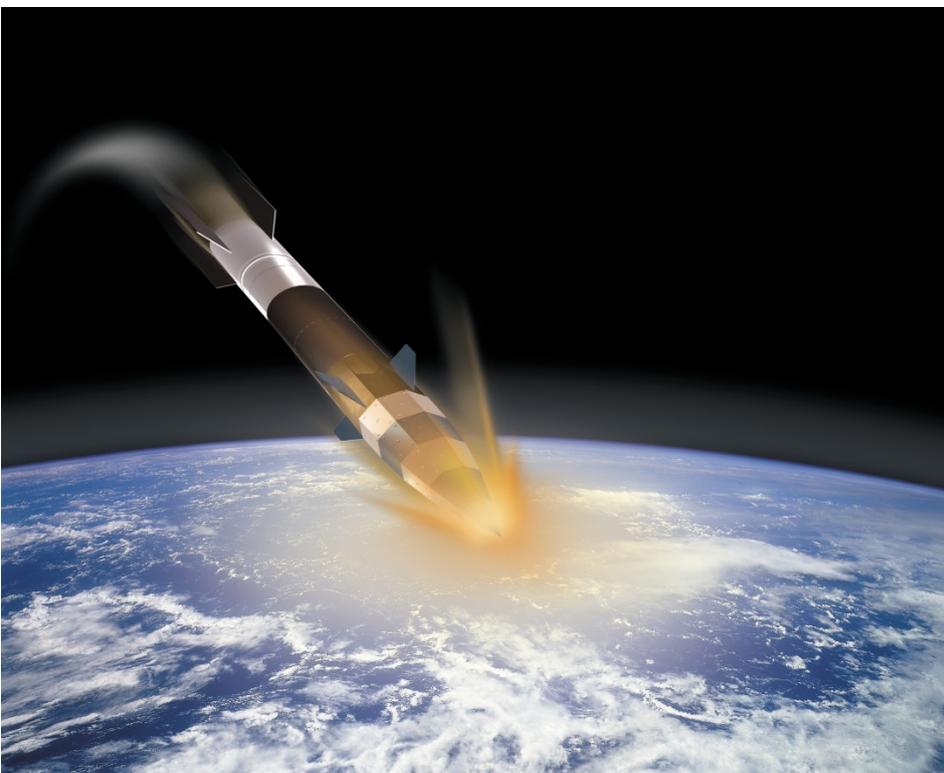
Mit den Superkameras kann man auch Explosionen oder Rissausbreitungen untersuchen. Auch die schnellen Flügelschläge eines Insekts oder Tropfen, die ins Wasser klatschen und perlend wieder hochspringen, lassen sich beobachten.

Die ersten Hochgeschwindigkeitskameras waren schwer und nahmen nur einige hundert Bilder pro Sekunde auf. Heute gibt es die leichte und flexible Ultrahochgeschwindigkeits-Videokamera (UHSV-Kamera), die eine Million Bilder pro Sekunde macht. Zum Vergleich: Eine normale Videokamera schafft nur 24 Bilder pro Sekunde. Damit ist die Superkamera 40.000 mal schneller als ein handelsüblicher Camcorder. Ein Chip steuert blitzschnell die Bildauswahl.

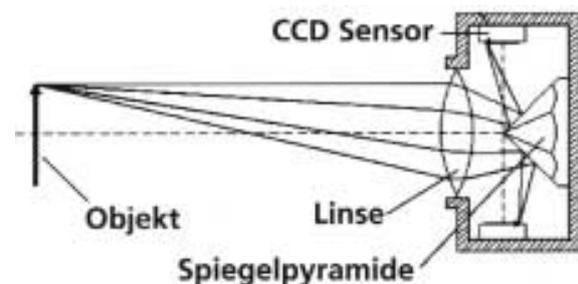
Entwickelt wurde die Superkamera am Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik des DLR in Göttingen. Als schnellste Kamera der Welt stand sie 1997 und 1998 im Guinness-Buch der Rekorde. Heute wird sie in den USA in Lizenz nachgebaut.

Wie funktioniert die Superkamera?

Der Kamerakopf besteht aus acht lichtempfindlichen CCD-Sensoren (Charged Coupled Device) zur elektronischen Bilderzeugung. Sie sind kreisförmig um eine ruhende Spiegelpyramide angeordnet. Die Spiegelpyramide ist hinter dem Objektiv auf einer gemeinsamen optischen Achse montiert. Das Aufnahmeobjekt wird also über Linse und Umlenkspiegel auf alle acht Sensoren gleichzeitig abgebildet.

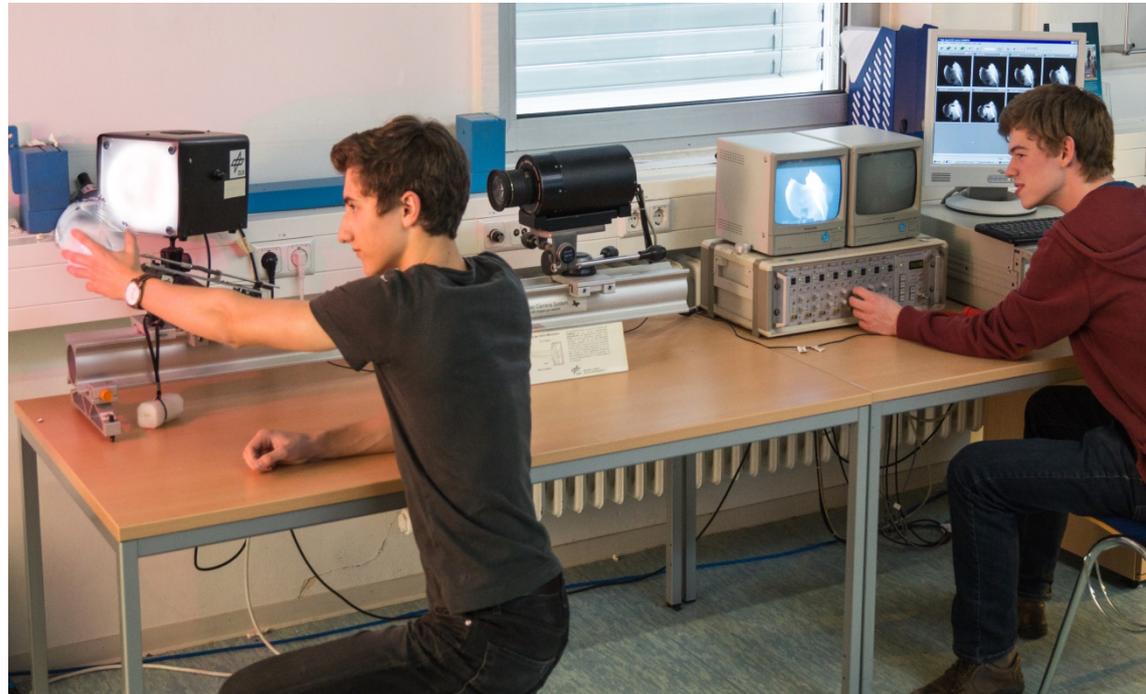


Wiedereintritt des DLR-Experimental-Raumschiffs „Shefex II“ in die Erdatmosphäre: Was passiert dabei? Die Ultrahochgeschwindigkeits-Kamera bringt es an den Tag



Schema des optischen Aufbaus

Wie explodiert ein Luftballon?
Die Ultrahochgeschwindigkeitskamera (Mitte) zerlegt den Vorgang in viele Einzelbilder, die ihr am Monitor (rechts) analysieren könnt. Die Überraschung: Der Ballon explodiert gar nicht!



Die Kamera löst dabei einen Vorgang in acht zeitlich versetzte Bilder auf. Das geschieht durch das sequenzielle Auslösen der acht elektronischen Verschlüsse nach einem vorgegebenen Programm. Dabei sind Verschlusszeiten bis zu einer millionstel Sekunde möglich. Die Bilder stehen sofort als hochauflösende Bilddateien zur Verfügung.



Spannender Moment: Der Luftballon platzt

Wenn der Luftballon platzt

Im DLR_School_Lab in Göttingen könnt ihr mit der Superkamera ein interessantes Experiment durchführen. Hier kommt auch ein Luftballon ins Spiel:

Eine oder einer von euch bringt mit einer kleinen Harpune den mit Konfetti gefüllten Luftballon zum Platzen. Ein lauter Knall – das Konfetti rieselt. Eine Explosion, klar. Die Luft entweicht schlagartig und zerfetzt den Ballon. Da sind sich alle Versuchsteilnehmer einig.

Versuch und Irrtum

Explosion? Von wegen! Die Ultrahochgeschwindigkeitskamera, die den Vorgang filmt, zerlegt ihn in acht Einzelbilder. Und was sieht man? Ein Riss breitet sich längs über den ganzen Ballon aus, die Ballonhaut zieht sich blitzschnell zusammen aber das Konfetti bleibt an Ort und Stelle.

Keine Explosion. Trotz des höheren Drucks im Innern. Das Konfetti behält seine Form bei, auch ohne Ballon. Wie ist das möglich?

Überraschung!

Jetzt könnt ihr anhand der Einzelbilder die Rissgeschwindigkeit berechnen! Klingt kompliziert, ist es aber nicht. Schnell wird klar: Der Riss dehnt sich mit 700 Metern pro Sekunde aus, während die Luft im Ballon relativ dazu träge ist – sie kann nicht mit mehr als 334 Metern pro Sekunde, also der Schallgeschwindigkeit, entweichen. Daran ändert auch der Überdruck im Ballon nichts.

Also: Der Riss wächst schneller, als die Luft raus kann. Sie verharrt im Ballon, während der Riss ihn blitzschnell "enthäutet". Erst danach knallt's.



Fragen zum Nachdenken

- **Welche Bedeutung haben diese Versuche für unsere Umwelt und Industrie?**
- **Für welche Bereiche benötigen wir diese Untersuchungen in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr?**
- **Welche Vorgänge aus dem Alltag könnte man noch mit der Ultrahochgeschwindigkeitskamera untersuchen?**

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

DLR Göttingen

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) konzentriert seine Aktivitäten in den Schwerpunkten Luftfahrt und Verkehr an den Standorten Göttingen und Braunschweig. Das DLR Göttingen, 1907 als Modellversuchsanstalt der späteren Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) gegründet, beschäftigt circa 460 Mitarbeiter/Fachleute in der grundlagen- wie anwendungsorientierten Luftfahrtforschung.

Hinweise zum Experiment:

Alter: 12 bis 18 Jahre

Gruppengröße: 5 bis 6

Dauer: 60 Minuten

Inhaltlicher Bezug: Luftfahrt
(Messtechnik, Hochgeschwindigkeits-Vorgänge)



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**

DLR_School_Lab Göttingen
Bunsenstr. 10
37073 Göttingen
Leitung: Dr. Oliver Boguhn
Telefon: 0551 709-2409
Telefax: 0551 709-2439
E-Mail: schoollab-goettingen@dlr.de
www.dlr.de/schoollab/goettingen