



Dem Aufstieg folgt der Fall. DLR-Ingenieure verfolgen den Weg des Metallzylinders, in dem der Asteroidenlander MASCOT aus 110 Meter Höhe zu Boden fallen soll.

Kundschafter im freien Fall

2014 startet die japanische Sonde Hayabusa-2 zum Asteroiden 1999 JU 3. Mit an Bord ist der Asteroidenlander MASCOT. Im Jahr 2018 schließlich wird es für die Ingenieure des DLR spannend werden: Die Landeeinheit wird sich von der Muttersonde lösen, auf dem Asteroiden aufsetzen, sich hüpfend fortbewegen und erstmals Messungen auf einer Asteroidenoberfläche durchführen. Zuvor muss der Asteroidenkundschafter MASCOT allerdings in mehreren Tests beweisen, dass er die Reise durchs All und die Separation von Hayabusa-2 mühelos absolvieren wird. Das DLR-Magazin war dabei, als MASCOT deshalb in Bremen an ein und demselben Tag ins All startete und sich schon kurze Zeit später von der Muttersonde trennte. Im kleinen Rahmen, aber so nah an der Realität wie möglich.

Bewährungsprobe für den Asteroidenlander MASCOT

Von Manuela Braun

Der Blick im Inneren des Fallturms des Zentrums für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) der Universität Bremen geht 110 Meter in die Höhe. Irgendwo da oben, dort wird gleich die Kapsel hängen, mit der MASCOT im rasanten Tempo in Richtung Erde sausen und für einige Sekunden in den Zustand der Schwerelosigkeit versetzt wird. Nichts Geringeres als einer der entscheidendsten Momente der Lander-Mission wird in der mannshohen Metallkapsel geschehen: Der Auslösemechanismus wird MASCOT mit einem kleinen Schubser von der Muttersonde auswerfen, da die Anziehungskraft von Asteroid 1999 JU 3 nicht ausreicht, um den Lander aus der Sonde herauszuziehen. Christian Grimm vom DLR-Institut für Raumfahrtssysteme dreht ein kleines Teil aus schwarzem Plastik in seinen Händen. Er drückt auf das Verbindungsstück zwischen den beiden Plastikärmchen. Ein leises Klicken ist zu hören. „Eigentlich ist es nur eine ganz einfache Feder“, sagt der Testleiter. Eine Feder, von der allerdings abhängt, ob zum ersten Mal ein Landegerät auf einem Asteroiden aufsetzt und vor Ort die Daten misst, aus denen die Wissenschaftler mehr über diese Himmelskörper sowie über die Entstehungsgeschichte unseres Sonnensystems erfahren.

Schiefgehen könnte dabei einiges. MASCOT könnte sich zum Beispiel bei der Trennung von der japanischen Muttersonde Hayabusa-2 verkanten. Gleich beim ersten Test im Fallturm ist das passiert. Grimm lächelt und zuckt dabei mit den Schultern. Aus Pannen kann man nur lernen. Der zweite Testlauf am nächsten Tag war dafür dann umso besser, alles hat perfekt geklappt. Heute wird das Modell des schuhkartongroßen Landers wieder in den Zylinder gesteckt, um im freien Fall zur Erde zu rauschen.

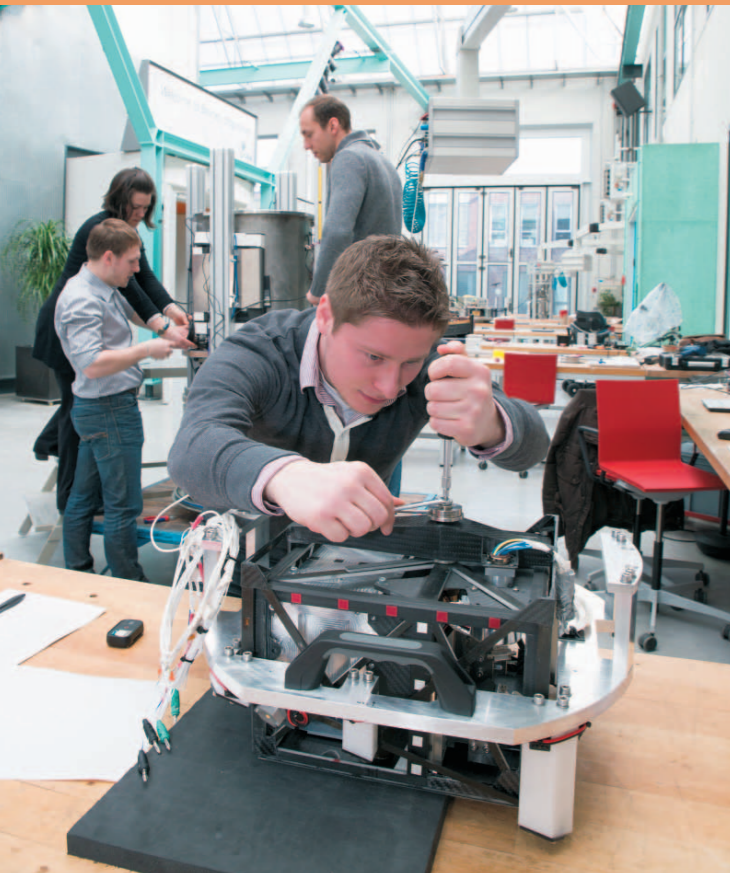
Es ist ein kleines Team, das den Flug über dem Asteroiden simuliert. Testleiter Christian Grimm, Artur Hass, Maria Talapina und Christoph Freukes arbeiten ruhig und konzentriert. Sorgfältig vermessen Grimm und Hass den Lander. Mit seinen schwarzen Verstreibungen sieht er wie ein kleines Fachwerkhaus aus. Zahl um Zahl schreibt der Testleiter in eine Liste. Je genauer der Schwerpunkt des Modells berechnet ist, umso besser können die Testergebnisse mit den Computersimulationen abgeglichen werden. Grimm tippt gegen die schwarzen Leisten, die das Innere des Landers schützen. „Die könnte man natürlich auch aus Aluminium bauen – aber der Kohlefaserverbundstoff ist sehr viel leichter und trotzdem extrem stabil. Und bei diesem kompakten Landegerät kommt es auf jedes Gramm an.“ Gerade einmal 30 mal 30 mal 20 Zentimeter groß ist der Würfel, der vier Instrumente sicher auf die Asteroidenoberfläche bringen soll.

Unter strenger Beobachtung

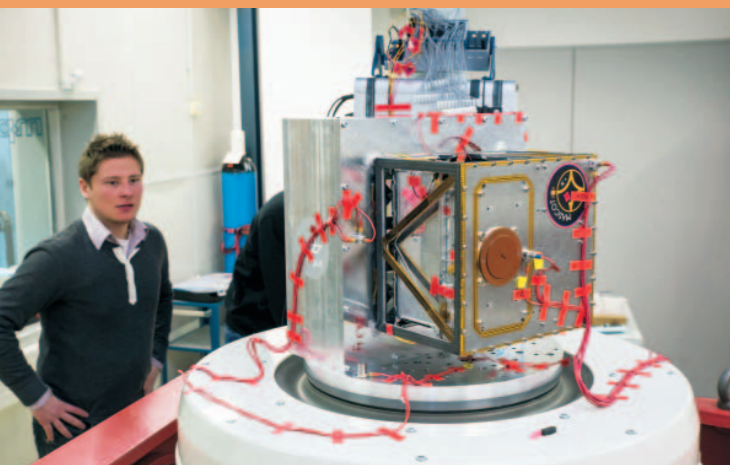
In der Zwischenzeit bereiten Maria Talapina und Christoph Freukes die Kapsel vor. Unten im Metallbehälter sorgt eine Polsterung dafür, dass MASCOT beim plötzlichen Abbremsen nach dem rasanten Fall nicht beschädigt wird. Vier kleine Kameras werden während des Fluges durch die Schwerelosigkeit den Lander aus allen Richtungen im Auge behalten und aufzeichnen, was im Inneren der Kapsel geschieht. Zwei weitere Hochgeschwindigkeitskameras an der Außenseite des Zylinders übertragen zudem noch während des Falls erste Live-Aufnahmen auf die Bildschirme im Kontrollraum. Ganze Bündel von feinen Kabeln und Steckern schlängeln sich entlang der Außenseite des Zylinders. Christian Grimm und Artur Hass montieren die Haltestruktur auf den Lander. Im freien Fall wird dieser Teil die Raumsonde simulieren, von der MASCOT in 100 Meter Höhe ausgeworfen wird. „Kameras an!“

Alles ist vorbereitet. Acht Hände lassen den Asteroidenlander sanft in den Zylinder gleiten. Maria Talapina lässt den schweren Deckel am Flaschenzug nach unten schweben. Metall trifft auf Metall. Für die DLR-Ingenieure beginnen nun die letzten Handgriffe, bevor sie ihre wertvolle Fracht an die Mitarbeiter der Fallturm-Betriebsgesellschaft abgeben. Schraube um Schraube wird festgedreht. Auf den Bildschirmen sind die ersten Daten des Landers zu sehen. „Da stimmt was nicht“, ruft Freukes. Dann passiert es: Einer der Drähte außen am Zylinder reißt ab. Christian Grimm kramt in den Schubladen nach Werkzeug. Gemeinsam mit Artur Hass frickelt er sich durch die Kabelstränge zum beschädigten Draht vor. Die beiden haben vor ihrem Studium der Luft- und Raumfahrttechnik jeweils eine Ausbildung zum Elektroniker absolviert. Praxis, die jetzt dem Asteroidenlander zugutekommt. Für einen kurzen Moment ist die Stimmung angespannt. Der Test soll weitergehen, der defekte Draht hält alles auf. Zehn Minuten dauern die Reparaturarbeiten, dann ist der Zylinder bereit für die Übergabe.

Von jetzt an liegt das Schicksal von MASCOT in den Händen der Fallturm-Mitarbeiter Torsten Lutz und Dieter Bischoff. Die DLR-Ingenieure müssen sich daran gewöhnen, nicht eingreifen zu können: Wenn 2018 der Asteroidenlander auf 1999 JU 3 aufsetzt, ist der Weg für gefunkte Kommandos zu weit – dann muss MASCOT vollkommen autonom seine Mission durchführen. Von oben schwebt die metallene Hülle über den Zylinder. Auf einem Wagen rollen Lutz und Bischoff den Probanden in den Fallturm, verschließen die Kapsel und lassen sie an einer



Testleiter Christian Grimm bereitet den Asteroidenlander für den Test im Fallturm vor



Ob MASCOT die Belastungen eines Raketenstarts übersteht, beweist er auf dem Schütteltisch



Der Metallzylinder mit seinem wertvollen Inhalt wird aus einem Meer von Styroporkügelchen geborgen

Kette in die Höhe ziehen. Mit einem Brummen springen 18 gewaltige Pumpen an, die innerhalb von zwei Stunden im gesamten Turm ein Vakuum erzeugen. Kein Luftwiderstand soll den freien Fall zum Boden beeinträchtigen.

Startbedingungen auf dem Schütteltisch

Ein Gebäude weiter findet zur selben Zeit für ein weiteres Modell der Start in den Weltraum statt. Aus dem Raum, in dem MASCOT auf einem Schütteltisch befestigt ist, dringt ein undefinierbares Geräusch. Eine Mischung aus Knirschen und Kreischen tönt durch die Scheibe, vor der Olaf Mierheim mit seinem Team sitzt. Der Wissenschaftler des DLR-Instituts für Faserverbundleichtbau und Adaptronik lässt den Lander gerade den Start auf der Rakete erleben. Dazu muss MASCOT die Vibrationen der Triebwerke und die akustischen Vibrationen der Umgebung ertragen, ohne einen Schaden zu nehmen. Die Angaben, welche Belastungen beim Start auf MASCOT zukommen werden, haben die japanischen Kollegen der Weltraumagentur JAXA geliefert. Den Asteroidenlander erschüttern gerade die verschiedensten Frequenzen zur selben Zeit – Belastungen, die das Material an seine physischen Grenzen bringen. Testleiter Christian Grimm und Olaf Mierheim setzen sich dicke Kopfhörer auf und betreten den Raum mit dem Schütteltisch. Für einen kurzen Moment wird das unangenehme Geräusch lauter. Noch sieht MASCOT recht unbeeinträchtigt aus. Ob das Innenleben samt dem Schwungarm, der den Lander später zum Hüpfen bringen soll, tatsächlich ohne Schaden davongekommen ist, werden die beiden Kollegen gleich an den Frequenzbildern auf dem Monitor im Kontrollraum sehen. Alles sieht gut aus. Der nächste Testlauf kann vorbereitet werden.

Countdown für den Abwurf

Im Fallturm ist mittlerweile alles startklar für den entscheidenden Augenblick. Torsten Lutz sitzt im Kontrollraum an der Konsole. Auf dem großen Bildschirm ist die Kapsel in 110 Meter Höhe zu sehen. Christian Grimm und Artur Hass setzen sich an ihre Steuerkonsole. In den nächsten Sekunden wird für einen Moment lang der Weltraum in Bremen sein, während ein Asteroidenlander sich von der Muttersonde trennt und in Richtung Asteroid fällt. Projektleiterin Dr. Tra-Mi Ho ist ebenso in den Kontrollraum gekommen wie mehrere Mitarbeiter des MASCOT-Teams, um den Flug durch die Schwerelosigkeit zu verfolgen. Auch wenn jetzt keine Rakete startet – im Kontrollraum ist die Stimmung merklich angespannt. „3, 2, 1!“. Der Testleiter kündigt mit einem kurzen Countdown an, dass die Kapsel ihren Sturz beginnt. Ein schneller Druck auf den Startknopf, und auf der Leinwand saust die Kapsel mit 170 Kilometern in der Stunde zur Erde. 4,7 Sekunden später ist das Experiment vorbei. Der Zylinder rauscht in die acht Meter hohe Auffangröhre, in der Styroporkugeln den Fall abbremsen. „Das ist jetzt wie ein Autounfall“, sagt Fallturm-Mitarbeiter Torsten Lutz. Im Kontrollraum fällt die Spannung von den Ingenieuren ab. „Jawohl!“ Christian Grimm schlägt mit der flachen Hand auf den Tisch. Alle atmen auf. Schon die kurze Film-Sequenz aus dem Inneren der Kapsel hat gezeigt: Der Auslösemechanismus hat funktioniert. Im Weltraum würde MASCOT jetzt aus 100 Meter Höhe in Richtung Asteroid fallen.

Wie es allerdings im Inneren der Kapsel um MASCOT bestellt ist, weiß noch niemand. Nachdem wieder Luft in den Turm geströmt ist, öffnet Torsten Lutz die gewaltigen Türen. Über eine Metalltreppe geht es in acht Meter Höhe. Ein Meer aus Styroporkugeln bedeckt die Kapsel in der Auffangröhre. Kettenglied um Kettenglied wird langsam nach oben gezogen. Ein Wasserfall aus Styropor rieselt von dem Metallbehälter herunter, der langsam auftaucht. Mit einem Hochdruckbläser pustet Lutz die letzten Kügelchen von der Kapsel. Sobald die Fracht sicher geborgen und in Richtung Boden geschwebt ist, kann das DLR-Team seinen Asteroidenlander unter die Lupe nehmen.



Über Kamerabilder verfolgt das MASCOT-Team die Sekunden des Falls in Schwerelosigkeit



Spannung nach dem Test: Wie hat der Lander den Fall überstanden?

Beteiligte am Asteroidenkundschafter MASCOT

Der Asteroidenlander MASCOT (Mobile Asteroid Surface Scout) wurde am DLR entwickelt. Mit der japanischen Mission Hayabusa-2 wird er 2018 am Asteroiden 1999 JU 3 ankommen, um den rund 4,5 Milliarden Jahre alten Himmelskörper mit knapp einem Kilometer Durchmesser zu untersuchen. An Bord des Landers sind ein Magnetometer (TU Braunschweig), ein Nah-Infrarot-Mikroskop für hyperspektrale Aufnahmen (IAS - CNES) sowie eine optische Weitwinkelkamera und ein Radiometer des DLR. Beteiligt an der Asteroidenlander-Mission sind seitens des DLR das Institut für Raumfahrtssysteme, das Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik, das Robotik und Mechatronik Zentrum, das Institut für Planetenforschung sowie das Institut für Raumflugbetrieb.

Trennung geglückt

Kurze Zeit später ist es so weit: Christian Grimm, Artur Hass, Maria Talapina und Christoph Freukes lösen die letzten Schrauben – und der Deckel gibt den Blick ins Innere frei. MASCOT ruht auf seinem Polster. „Er ist nach dem Abwurf ganz gerade nach unten gefallen“, freut sich der Testleiter. Auf dem Karo-Muster des Polsters liegt der Asteroidenlander vollkommen parallel zu den Karo-Linien. Mit sanfter Gewalt ziehen Grimm und Hass den Lander aus dem Zylinder. Ein Ratschen ist zu hören. Die Ingenieure mussten tricksen: Klettband an der Unterkante von MASCOT hat dafür gesorgt, dass der Asteroidenlander beim Aufprall nicht wieder aus der Polsterung gegen die obere Haltestruktur geschleudert wurde. „Das hätte er dann doch nicht ausgehalten.“ Langsam dreht der Testleiter den Würfel von links nach rechts. Acht Augen blicken skeptisch auf die Leichtbaustruktur. Nichts verbogen, nichts beschädigt? – Alle Verstreben an MASCOT sehen gut aus. Der Mechanismus zum Abwerfen des Landers hat funktioniert, der Asteroidenkundschafter hat den Test heil überstanden.

Im Weltraum würde es jetzt mit dem hoffentlich sanften Auftreffen auf der Asteroidenoberfläche weitergehen. Auf dem Asteroiden 1999 JU 3 herrscht gerade einmal ein 60.000stel der Erdanziehungskraft – die Landung ist eine Herausforderung.

Ist der Lander nur geringfügig zu schnell, prallt er von der Oberfläche ab und entschwindet ins Weltall. Läuft aber alles nach Plan, wird MASCOT mit seinen Sensoren prüfen, ob er auf der richtigen Seite gelandet ist und sich mit seinem Hüpfmechanismus aufrichten. Der Autonomie-Manager wird dann die wissenschaftlichen Instrumente in Betrieb setzen. Mit dem Hüpfmechanismus wird MASCOT dann in den nächsten 16 Stunden – zwei komplette Asteroidentage und -nächte – zu verschiedenen Messstellen springen. Zwischen 60 und 200 Meter weit werden diese Hüpf über 1999 JU 3 reichen.

Auf der Erde allerdings heißt es für den Asteroidenlander: Nach dem Test ist vor dem Test. Noch einmal wird MASCOT durch die Schwerelosigkeit fallen und sich von der Muttersonde lösen. Ist das überstanden, kommt die nächste Prüfung: Übersteht er die extremen Temperaturen im Weltall? – Dafür wird es dann erneut ein Stückchen Weltraum in Bremen geben – dieses Mal in der Thermalvakuumkammer des DLR-Instituts für Raumfahrtssysteme. ●



Weitere Informationen:
<http://s.DLR.de/03g8>