

■ Das Ende einer Ära

Mit ihrem letzten Flug hat die Raumfähre Endeavour das Alpha Magnetic Spectrometer zur Internationalen Raumstation gebracht.

Seit den Missionen, welche die Weltraumteleskope Hubble und Chandra ins All transportierten, haben wohl kaum so viele Physiker einen Shuttlestart verfolgt wie am 16. Mai. Denn beim vorletzten Flug eines NASA-Orbiters befand sich die teuerste wissenschaftliche Nutzlast der letzten zehn Jahre in der Ladebuch: das Alpha Magnetic Spectrometer AMS-02. Montiert an die Internationale Raumstation ISS soll es in den kommenden Jahren Teilchen der kosmischen Strahlung untersuchen. Von besonderem Interesse sind nicht nur deren Zusammensetzung und Energieverteilung, vielmehr suchen die Forscher damit nach Antimaterie, die beim Urknall entstand, sowie Anhaltspunkten für die Natur der Dunklen Materie.

Rund 1,5 Milliarden Euro verschlang die Entwicklung des „Hubble-Teleskops der Astroteilchenphysik“. Gut 500 Wissenschaftler von 56 Instituten aus 16 Ländern sind an Entwicklung und Betrieb des sieben Tonnen schweren und vier Meter hohen Spektrometers beteiligt. Wesentliche Komponenten stammen dabei von der RWTH Aachen und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), gefördert vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.



Das AMS-02 befindet sich an der Steuerbordseite des Querträgers (links), unweit vom Columbus-Modul (unten). An dessen Außenhülle sind die beiden Experi-



Die mit 19 Jahren jüngste US-Raumfähre Endeavour vor ihrem 25. und letzten Start.

Kostentreiber sind schon allein die Anforderungen an die Präzision: Der Spurdetektor, das Herzstück des Instruments, soll die Durchstoßpunkte der Teilchen mit einer Genauigkeit von einem Zehntel eines Haardurchmessers messen. „Normalerweise schließen sich hohe Messgenauigkeit, große Empfindlichkeit und solche Robustheit, wie sie ein Shuttlestart verlangt, aus“, erklärt der deutsche Projektleiter Stefan Schael von der RWTH. Dass dies doch machbar ist, wissen die Forscher seit 1998. Damals brachte die Raumfähre Discovery das AMS-01 ins All, ein Testmodell des heutigen Spektrometers. Zehn Tage lang fahndete es von der geöffneten

Ladebuch des Orbiters aus nach kosmischer Strahlung aus Antimaterie – vergeblich. Es stellte jedoch das Funktionieren des Messprinzips unter Beweis. Beim aktuellen, größeren Modell lag die Schwierigkeit dann auch hauptsächlich darin, einen Magneten zu entwickeln, dessen starkes Feld ausschließlich auf das Detektorinnere beschränkt ist. Andernfalls könnte es durch Wechselwirkung mit dem Erdmagnetfeld die Raumstation kippen. Ein weiteres Jahr dauerte es, um das Instrument vom zunächst supraleitenden und deshalb kühlungsbedürftigen Magneten auf einen Permanentmagneten umzurüsten. Denn nach dem Beschluss der Raumfahrtagenturen, die ISS in jedem Falle bis zum Ende des Jahrzehnts zu betreiben, sollte auch das AMS eine längere Dienstzeit erhalten. So lässt sich nun der gegenwärtige Elfjahreszyklus der Sonne, der vor rund einem Jahr begann, fast komplett verfolgen. In diesem Zeitraum polt sich ihr Magnetfeld um und ändert somit die Ablenkung der kosmischen Strahlung.

Die Endeavour mit dem AMS an Bord hatte noch nicht an der ISS andockt, als am Kennedy Space Center die Raumfähre Atlantis zur Montage mit Tank und Feststoffraketen ins Vehicle Assembly Building rollte. Sie soll im Juli zum

mentierplattformen angedeutet, auf der oberen ist das Sonnenspektrometer SolACES untergebracht.

allerletzten Flug eines Space-Shuttles abheben, sodass die amerikanischen ISS-Besatzungsmitglieder künftig einzig und allein auf die russischen Sojus-Kapseln angewiesen sind. So lange, bis die aufstrebenden neuen Raumfahrtunternehmen, allen voran die Firma SpaceX von Paypal-Mitbegründer Elon Musk, diese Aufgabe im Auftrag der NASA übernehmen können.

Größere Nutzlasten sind zunächst den europäischen ATV- und den japanischen HTV-Frachtern vorbehalten. Dies ist allerdings eine Einbahnstraße, denn die Astronauten können lediglich die entladenen Cargo-Raumschiffe mit dem Abfall der Station füllen, um sie dann als „Mülltonne“ beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre mitsamt Inhalt zu verbrennen.

Für zwei der Experimente mit deutscher Beteiligung ist dies allerdings kein Problem, sie sind nicht auf eine Rückkehr ausgelegt. Eines davon, das erste naturwissenschaftliche auf der ISS überhaupt, ist eine Kooperation mit Russland, das Plasmakristall-Experiment „PKE Nefedov“. Den Transport dorthin übernahm einer der bewährten, aber recht kleinen Progress-Frachter, auf gleichem Wege wurde es nach seiner Beendigung entsorgt. „Mittlerweile haben wir den Nachfolger PK-3-Plus im Einsatz, es misst bis nächstes Jahr“, erzählt Markus

Thoma vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching, der leitende Projektwissenschaftler für das Nachfolgeprojekt PK-4. 2013/14 startet dann PK-4 zur ISS, ebenfalls per Progress vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur aus. Astronauten bedienen die rund 50 Kilogramm schwere Apparatur, die in einem der Module der Station untergebracht ist, „Telescience“ gibt es nicht. Die Computerfestplatten mit den Daten der Versuche mit staubigen, komplexen Plasmen bringen die Raumfahrer an Bord der Sojus-Kapseln zurück zur Erde – unter ihren Sitzen.

Das Solar Auto-Calibrated EUV-Spectrometer (SolACES) hingegen kann auf einen Shuttlestart zurückblicken. Die Atlantis hatte es im Februar 2008 an Bord, zusammen mit dem europäischen Raumlabor Columbus und dem deutschen ESA-Astronauten Hans Schlegel.^{#)} SolACES ist Teil des Solar Monitoring Observatory, einer Plattform für drei wissenschaftliche Experimente zum Studium der Sonne an der Außenhülle von Columbus. Das Instrument misst die Strahlung der Sonne im extremen Ultraviolett mit großer Genauigkeit. „Das solare Aktivitätsminimum dauerte länger als erwartet, nicht zuletzt deshalb hat die ESA den Betrieb des Instruments bis Ende 2013 verlängert“, erklärt Raimund Brunner, Projekt-

leiter am Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik (IPM) in Freiburg. So lassen sich genaue Daten darüber gewinnen, wie sich die Strahlungsleistung der Sonne im Maximum ändert und wie sehr sich dadurch die Erdatmosphäre aufheizt.

Da für die ESA bessere Vorhersagen des „Weltraumwetters“ eine immer größere Rolle spielen, denken die Freiburger bereits über ein Nachfolgemodell nach. Die Space-Shuttles als Transportmittel scheiden jedoch aus. Das europäische ATV ist derzeit auch weniger geeignet, da die Astronauten seine Fracht nur ins Innere der ISS entladen können und anschließend mühsam ausschleusen müssen. Vom japanischen HTV-Frachter hingegen lassen sich Experimente mit dem Roboterarm der Station direkt entnehmen und zu einem Ort an der Außenhülle der Station bugsieren. Brunner und seine Kollegen würden ihr erstes Instrument natürlich nach dessen Dienstende gerne unter die Lupe nehmen, um die Degradation und Abnutzung zu bestimmen. Doch selbst wenn die ESA entscheidet, ihre ATVs für eine Rückkehr zur Erde auszurüsten, dürften bis dahin noch einige Jahre ins Land gehen. Und unter den Sitz einer Sojus passt das Experiment einfach nicht.

Oliver Dreissigacker

■ Weg frei für extremes Licht

In Tschechien, Ungarn und Rumänien entstehen die Teilinstitute der Extreme Light Initiative.

Ende April hat die Europäische Kommission grünes Licht gegeben für den ersten von drei Superlasern, die in den nächsten Jahren im Rahmen der Extreme Light Infrastructure (ELI) an verschiedenen osteuropäischen Standorten entstehen sollen. Im tschechischen Dolní Brezany, unweit von Prag, wird nun bis 2016 ein Hochintensitätslaser mit bis zu 20 Petawatt gebaut. Die Kosten in Höhe von 265 Millionen Euro trägt die EU zu 85 Prozent aus Infrastrukturmitteln, den Rest übernimmt Tschechien.

Als eines von 35 Projekten taucht ELI 2006 bereits in der Roadmap auf, die das European Strategy Forum for Research Infrastructure (ESFRI) veröffentlicht hat, damals noch mit einem einzigen Standort.⁺⁾ In der Zwischenzeit haben Wissenschaftler aus 13 europäischen Staaten die Planung konkretisiert. Innerhalb einer kürzlich abgeschlossenen dreijährigen Vorbereitungsphase fiel im November 2009 die Entscheidung, die Forschungsanlage auf zunächst drei Standorte aufzuteilen: neben Prag sind das die

ungarische Stadt Szeged sowie Magurele bei Bukarest in Rumänien. „Die drei Standorte werden sich auf unterschiedliche wissenschaftliche Fragestellungen konzentrieren“, sagt der deutsche Laserexperte Georg Korn, der während der Vorbereitungsphase stellvertretender Koordinator war und nun Chief Science and Technology Officer des tschechischen Standorts ist. So soll die Anlage in Prag primär dazu dienen, mithilfe des starken Laserlichts Elektronen und Ionen auf bis zu 100 GeV zu beschleunigen und