



AMS

Zusammenfassung

AMS, das "Alpha Magnetic Spectrometer" ist ein Detektor für die kosmische Teilchenstrahlung aus dem Weltall. Es wurde im Mai 2011 mit dem Space Shuttle Endeavour (Flug STS-134) zur internationalen Raumstation ISS gebracht und soll dort mehrere Jahre lang betrieben werden. Mit seinem komplexen Aufbau, dessen Kernstück ein starker Magnet ist, lassen sich die verschiedensten geladenen Teilchen identifizieren und über einen weiten Energiebereich ihr Energiespektrum messen.

Eine weltweite Kollaboration von ca. 500 Wissenschaftlern arbeitet an diesem ehrgeizigen Projekt. Sie kommen aus den USA, Italien, Deutschland, Schweiz, China, Korea, Taiwan, Dänemark, Finnland, Frankreich, Niederlande, Portugal, Spanien, Mexiko, Russland und Rumänien.

Aus Deutschland sind das I. Physikalische Institut der RWTH Aachen und das Institut für Experimentelle Kernphysik der Universität Karlsruhe beteiligt.

AMS misst die Ladungen und Energien der verschiedenen Teilchensorten mittels komplementärer Detektoren, die um den Magneten gruppiert sind.

Zum Testen der Raumfahrttauglichkeit und der grundlegenden Technologien wurde eine Vorstufe des AMS-Detektors ("AMS-01") bereits auf dem Shuttle-Flug STS-91 im Juni 1998 eingesetzt. Neben der Verifikation der technologischen Entwicklungen wurden hochinteressante wissenschaftliche Beobachtungen gemacht und dabei ein vorher nicht bekannter Teilchengürtel um die Erde nachgewiesen.



Abbildung: NASA/AMS Kollaboration

Wissenschaftliche Ziele

Kosmische Teilchen können ganz unterschiedliche Herkunft und Ursprünge haben. AMS identifiziert die Teilchen und bestimmt ihre Energie. Motivation für diese Messungen sind:

- Untersuchungen zur Existenz oder zum Fehlen von **Antimaterie** im Universum. Der Nachweis von Anti-Helium, Anti-Kohlenstoff und anderen Kernen wird mit bisher unerreichter Empfindlichkeit ermöglicht. Die Ergebnisse liefern Hinweise, ob nach dem Urknall eine räumliche Trennung zwischen Materie und Antimaterie stattgefunden hat, oder ob mehr Materie als Antimaterie erzeugt worden ist.
- Untersuchungen zur **Dunkelmaterie**. Die Gesamtmasse im Universum wird von einer nicht sichtbaren, nur durch ihre Gravitationswechselwirkung nachweisbaren Komponente dominiert. Als Kandidaten für diese Dunkelmaterie gibt es verschiedene Elementarteilchen, die im Rahmen der Vereinheitlichungstheorien der physikalischen Grundkräfte diskutiert werden, darunter "Weakly Interacting Massive

Particles" (WIMPs) und "supersymmetrische" Teilchen (SUSYs). AMS ist in der Lage, diese Teilchen über ihre Zerfallsprodukte (Antiprotonen und Photonen), die beim Zusammenstoß mit anderen Teilchen entstehen, nachzuweisen.

- Die Teilchen der **kosmischen Strahlung** werden von AMS mit bisher unerreichter Empfindlichkeit und Akzeptanz gemessen. Durch die Qualität des Detektors und aufgrund des Orbits der Raumstation ist AMS in der Lage, zu weiteren astro-physikalischen Fragestellungen wertvolle Beiträge zu liefern. Die Messungen der Häufigkeit bestimmter Elemente und Isotope und deren Energiespektrum adressieren aktuelle Fragestellungen wie die Herkunft der kosmischen Strahlung, ihr Einschluss durch das galaktische Magnetfeld und die astrophysikalischen Prozesse, die die Teilchen auf extrem hohe Energien beschleunigen.

Kenndaten der AMS Mission

- Start der Mission: 16. Mai 2011
- Träger: Space Shuttle Endeavour
- Startort: Kennedy Space Center, Florida, USA
- Standort auf ISS: S3 Truss
- Missionsdauer: begrenzt durch Lebensdauer der ISS
- Umlaufbahn der ISS: Höhe ca. 300 - 400 km, Inklination ca. 51°, Umlaufzeit ca. 92 min., Umlaufbahn nahezu kreisförmig
- Prototyp-Flug: AMS-01, eine vereinfachte Version des Detektors, flog auf dem Space Shuttle Discovery, Mission STS-91, im Juli 1998

Kenndaten des AMS Instruments

- Masse: ca. 7.000 kg
- Abmessungen: ca. 4 m x 4 m x 4 m
- Energiebedarf: 2.500 W
- Datenübertragung: 2 Megabits pro Sekunde
- Magnetfeldstärke: 0,125 Tesla
- Zahlreiche komplementäre Detektoren

Wissenschaftliche Nutzlast

Der starke Magnet im Zentrum dient der Ablenkung der geladenen Teilchen. Die im Magnetfeld gekrümmte Bahn wird mit Silizium-Spurdetektoren (Tracker) vermessen. Der Magnet ist umgeben von einem Antikoinzidenz-Zähler (Veto Counter), durch den verhindert wird, dass seitlich eintreffende Teilchen die Ergebnisse verfälschen. Weitere Detektortypen, die sich bei der Messung verschiedener Teilcheneigenschaften in verschiedenen Energiebereichen ergänzen, sind (vgl. Abbildung) ein Übergangsstrahlungsdetektor (Transition Radiation Detector, TRD), ein Flugzeitzähler (Time of Flight Counter, ToF), ein Čerenkov-Zähler (Ring Imaging Cherenkov Counter, RICH) und ein Kalorimeter (Electronic Calorimeter, Ecal).

Ein wesentliches Element der deutschen Beteiligung ist der Übergangsstrahlungsdetektor (TRD), der u.a. für die Unterscheidung zwischen Protonen und Positronen, die die gleiche Ladung, aber unterschiedliche Masse haben, benötigt wird. Übergangsstrahlung entsteht bei dem Übergang eines Teilchens zwischen zwei Materialien mit unterschiedlichem Brechungsindex. Die Intensität der Strahlung ist klein, so dass man in der Regel eine Vielzahl von Schichten benötigt, um nachweisbare

Strahlungsintensitäten zu erhalten. So wird im AMS-TRD ein Fleece-Material eingesetzt, das insgesamt viele hundert solcher Schichten enthält. In 6 mm dicken, mit Gas gefüllten Röhren wird die so erzeugte Strahlung in messbare Signale umgesetzt. Deutsche Wissenschaftler sind weiterhin an dem Silizium-Spurdetektor und dem Antikoinzidenz-Zähler beteiligt.

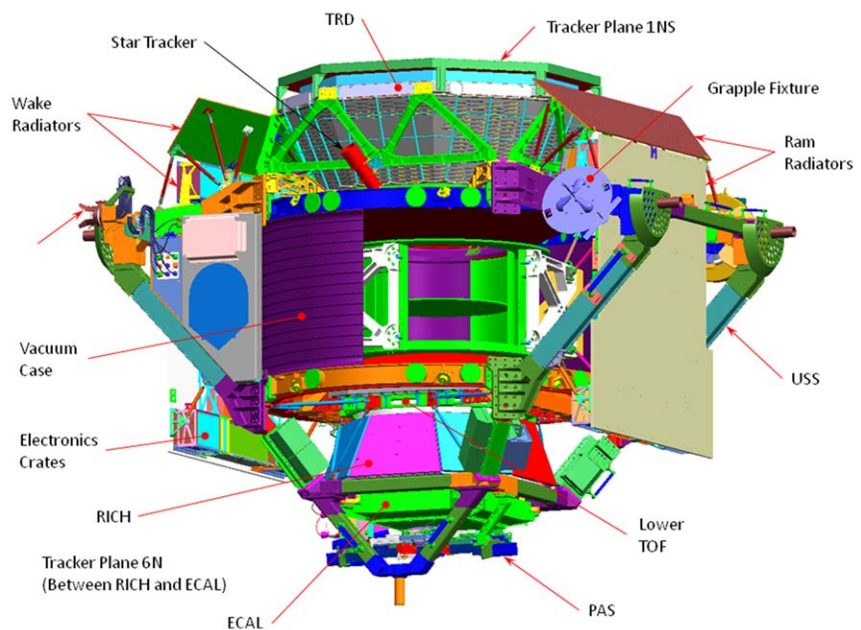


Abbildung: AMS Kollaboration

Kontakte

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Raumfahrtmanagement, Extraterrestrik
Königswinterer Str. 522-524
53227 Bonn
<http://www.dlr.de>

I. Physikalisches Institut
der RWTH Aachen
Sommerfeldstr. 14
52074 Aachen
<http://accms04.physik.rwth-aachen.de/~ams/>

AMS-Kollaboration Homepage
<http://www.ams02.org/>

AMS am CERN
<http://ams.cern.ch>

AMS am MIT
<http://cyclo.mit.edu/~bmonrea>