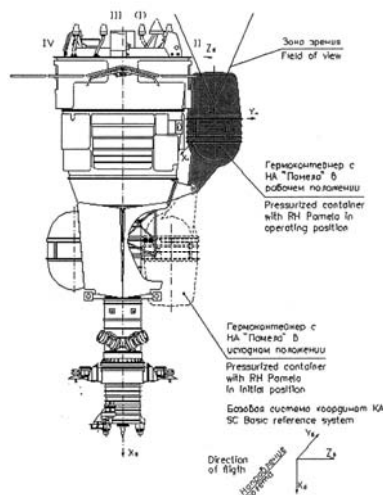


PAMELA



Zusammenfassung der Mission

Das Experiment PAMELA misst Teilchen und Antiteilchen aus dem Weltraum (kosmische Strahlung), um deren Entstehungsvorgänge und Beschleunigungsprozesse zu untersuchen. Wissenschaftler aus Italien, Schweden, Russland, USA, Indien und Deutschland haben sich zusammengetan, um mit einem gemeinsamen Experiment der Teilchenastrophysik den Nachweis der Existenz oder des Fehlens von Antimaterie im Universum zu führen. Der Missionsname PAMELA ist eine Abkürzung und steht für „Payload for Antimatter Matter Exploration and Light nuclei Astrophysics“. PAMELA wird ab Sommer 2006 für 3 Jahre seine wissenschaftlichen Untersuchungen durchführen.



Das Experiment PAMELA besteht aus einem Magnetspektrometer, das - in Kombination mit einem Kalorimeter und einer Flugzeitmessung - die aus dem Weltraum einfallenden energiereichen Teilchen im Hinblick auf Ladung, Ladungsvorzeichen, Impuls und Masse präzise vermessen wird. Die Teilchenmessung

steht in Zusammenhang mit Studien über den Ursprung dieser energiereichen Materie und ihrer Ausbreitung im interstellaren Raum, wie auch mit der Suche nach der Natur der „Dunklen Materie“, deren Existenz theoretisch vorhergesagt wird, aber deren Nachweis noch offen steht. Die Gesamtmasse des Universums soll nach gängigen Theorien zu etwa 5% aus normaler Materie, zu 20% aus Dunkler Materie und zu 75% aus Dunkler Energie bestehen. Erwartet wird Dunkle Materie in sehr großen Blasen mit rund 1000 Lichtjahren Durchmesser. Die Geschwindigkeit von deren Partikeln kann bis etwa 9 km/s betragen, was auf Temperaturen bis ca. 10.000 Grad Celsius schließen lässt.

Das Experiment PAMELA steht unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Piergiorgio Picozza von der Universität Rom (Tor Vergata), der als Principal Investigator (PI) fungiert. PAMELA wird mit Mitteln des INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), der Agenzia Spaziale Italiana (ASI) und der russischen Raumfahrtagentur RKA entwickelt und gebaut. Das italienisch-russische Team wird unterstützt durch deutsche Wissenschaftler von der Universität Siegen. Das Projekt unter der Leitung von Prof. Manfred Simon wird vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V. über eine Zuwendung mit Mitteln aus dem Nationalen Raumfahrtprogramm unterstützt.

Trägerplattform für PAMELA ist der russische Erderkundungs-Satellit Resurs-DK1, der im Sommer 2006 mit einer Soyuz-Rakete von Baikonur aus gestartet werden soll. Resurs-DK1 ist ein Multi-Spektral-Fernerkundungs-Satellit mit Sensoren, die im Bereich des sichtbaren Lichts arbeiten. PAMELA fliegt als Piggy-Back Nutzlast bei Resurs-DK1 mit, untergebracht in einem seitlich befestigten Druckcontainer, der schwenkbar am Satellit montiert ist. Alle Kontroll- und Kommunikationsaktivitäten der PAMELA Mission werden von der Bodenstation NTSOMZ (bei Moskau) durchgeführt.

Wissenschaftliche Ziele

Mit seinen Experimenten an Bord soll die PAMELA-Mission die folgenden wissenschaftlichen Untersuchungen durchführen:

- (1) Messung des Antiprotonen-Flusses und des dazu gehörigen Energiespektrums (100 MeV – 190 GeV),
- (2) Messung des Flusses von Elektronen (50 MeV – 2 TeV)/ Positronen (50 MeV – 270 GeV) und deren Energiespektren,
- (3) Suche nach Antikernen ($<10^{-7}$ Antihelium/ Helium),
- (4) Messung der Flüsse und Energiespektren von leichten Elementen ($Z \leq 6$)
- (5) Messung der Isotope leichter Elemente bis in den GeV-Bereich,
- (6) Modulation galaktischer kosmischer Strahlen durch den Sonnenwind.

Um diese Aufgaben erledigen zu können, besteht die PAMELA-Nutzlast aus den Bestandteilen:

- (1) Magnetspektrometer (D-Beteiligung): Definition von Impuls und Steifigkeit der einfallenden Teilchen. Nd-Fe-B Permanentmagnet (0,4 Tesla Feldstärke, 115 kg

- Gewicht), 5 Subsektionen für Einführung von sechs Lagen Silizium-Streifenzählern für die Bestimmung der Teilchen-Flugbahn.
- (2) Flugzeitmessung (D-Beteiligung): Zur Messung der Ladung und Geschwindigkeit der einfallenden Teilchen. Ermöglicht die Unterscheidung zwischen aufwärts und abwärts fliegenden Teilchen. Fünf Lagen von Plastik-Szintillatoren. Zeitauflösung 100 ps (1 ps = 1 Milliardstel Sekunde).
- (3) Abbildendes Silizium-Streifen-Kalorimeter: Zur Messung der Energie von aufgefangenen Elektronen bzw. Positronen und zur Identifizierung von Antiprotonen bzw. Protonen.
- (4) Antikoinzidenz-System: Zur Identifizierung von Teilchen, die das Spektrometer von außerhalb des Akzeptanz-Volumens treffen.
- (5) Neutronen-Detektor: Zur Identifizierung von Elektronen bis 3 TeV aus der Anzahl der Neutronen, die im Kalorimeter produziert werden.

Kenndaten der Resurs-DK1/PAMELA Mission

- | | | | |
|---------------------------|------------------------------|------------------------|--|
| • Start der Entwicklung: | 1997 | • Umlaufzeit: | 94 Minuten |
| • Start der Mission: | Juni/Juli 2006 | • Ausrichtgenauigkeit: | 0,2 Bogenminuten |
| • Trägerrakete: | Soyuz FG | • Bodenstation: | NTsOMZ bei Moskau
(URIIT, Kanthy Mansisk, RUS,
als Backup) |
| • Startort: | Baikonur (Kasachstan) | • Telemetrikapazität: | 10 GByte/Tag |
| • Nominale Missionsdauer: | mindestens 3 Jahre, bis 2009 | • Datenrate: | bis 300 MBit/sec |
| • Orbit: | elliptisch | | |
| • Bahnhöhe: | 350 – 610 km | | |
| • Inklination: | 70,4° | | |

Der Resurs-DK1-Satellit

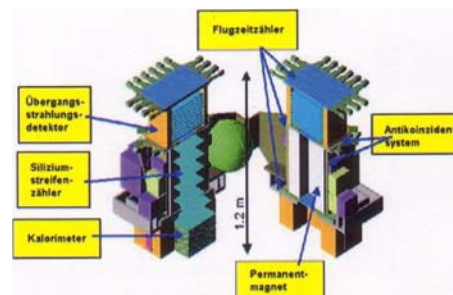
- | | | | |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------|---|
| • Startmasse: | ca. 10 t | • Kommunikation: | 50 cm Parabolantenne |
| • Lagekontrolle: | 3-Achsen-Stabilisierung | • Modellphilosophie: | Masse- und Thermalmodell,
Ingenieurmodell,
Flugmodell |
| • Abmessungen: | ca. 3,3 m x 1,5 m x 1,5 m | • Positionsmessung: | Startracker |
| • Energieversorgung: | Solarzellenausleger
ca. 2000 W | | |

Das PAMELA-Experiment

Die PAMELA-Nutzlast ist seitlich am Resurs-DK1-Satelliten angeflanscht. Der Druckcontainer ist schwenkbar gelagert und kann zwei unterschiedliche Positionen einnehmen. Das Instrument besteht im wesentlichen aus dem Magnet-Spektrometer und dem Abbildenden Kalorimeter, die übereinander angeordnet sind. Ergänzt wird das Instrument durch den Flugzeitzähler, durch ein seitliches Antikoinzidenz-System, durch ein Gas-System und die Elektronik.

- Gewicht mit Container: 750 kg
- Gewicht ohne Cont.: 470 kg (davon 330 kg Detektor)
- Gewicht des Magneten: 115 kg
- Strombedarf: 360 W
- Abmessungen: 120 cm x 40 cm x 45 cm
- Container: aus Aluminium (AlMg6M), 2mm Wandstärke, druckdicht

- Konfiguration: nach Start u. bei Orbitänderung nach unten geschwenkt, bei Messung nach oben geschwenkt (entgegen der Flugrichtung)
- Sichtfeld: 20° x 17,7° (162 mm x 132 mm)



Die deutsche Beteiligung an PAMELA

Die Universität Siegen ist an der Entwicklung und dem Bau des Magnetspektrometers maßgeblich beteiligt. Der Permanentmagnet wurde von der Firma Vakuumschmelze in Hanau gekauft und dem Experiment beigestellt. Weitere Beteiligungen der Universität Siegen bestehen an der Entwicklung und dem Bau der Flugzeitmessung, der Photoröhren und der elektronischen Ausleseinheit. Wissenschaftler der Universität Siegen haben aktiv bei der Missionsgestaltung und Datengewinnung mitgewirkt und

unterstützen die italienischen Partner bei der Integration der Instrumente, sowie bei den vorbereitenden Bodentests.

Parallel zur Hardware-Beteiligung ist die Universität Siegen involviert in die Software-Entwicklung (1) für die Online-Kontrolle des Experiments, (2) für die Bodensimulation und (3) für die Datenanalyse am Boden.

Kontakte/ Links

Universität-GH Siegen
Fachbereich 7, Physik
Prof. M. Simon
Walter-Flex-Str. 3
57072 Siegen
simon@ide1.physik.uni-siegen.de

INFN
Prof. P. Picozza
Universita di Roma, Tor Vergata
Via della Ricerca Scientifica
00133 Roma
Italien

DLR
Raumfahrtagentur
RD-RX, Extraterrestrik
Postfach 30 03 64
53183 Bonn
Deutschland

Links
<http://www.dlr.de>
<http://www.infn.it>
<http://WiZard.roma2.infn.it>
<http://www.astroteilchenphysik.de>
<http://pamela.physik.uni-siegen.de/pamela>

Status April 2006