

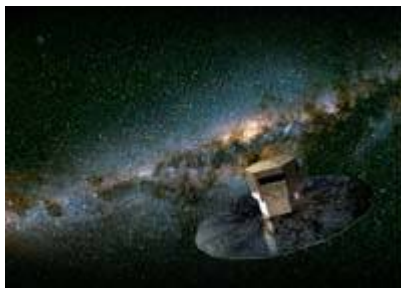
Herkunftsnachweis: ESO/VPHAS+ Team

Gaia - Die Vermessung der Milchstraße



Start: 19. Dezember 2013

Der Wissenschaftssatellit Gaia (**G**lobales **A**strometrisches **I**nterferometer für die **A**strophysik), benannt nach der Erdgöttin aus der griechischen Mythologie, erforscht unsere kosmische Nachbarschaft, unsere "Heimatgalaxie". Die Mission der Europäischen Weltraumorganisation ESA soll von möglichst vielen Sternen unserer Galaxis einen möglichst umfangreichen Satz von Kenngrößen sammeln. Die Wissenschaftler streben die Vermessung von etwa einem Prozent unserer Milchstraße, also von rund einer Milliarde Sternen, an.



Die Astrometrie-Sonde Gaia vor der Milchstraße

Der Satellit wird Positionen, Entfernungen, Eigenbewegungen, Helligkeit, Farben und Temperaturen messen. Zu mehr als 100 Millionen Sternen wird Gaia zudem Radialgeschwindigkeiten, also die Sternbewegung auf den Beobachter zu oder von ihm weg, und Sternspektren - die Aufspaltung der beobachteten Strahlung - ermitteln. Der Satellit wurde am 19. Dezember 2013 mit einer Sojus-Rakete vom Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana starten und soll fünf Jahre lang Daten aufzeichnen.

Gaia teilt sich in ein Nutzlast- und ein Servicemodul auf. Das Nutzlastmodul besteht aus zwei Teleskopen und drei Instrumenten. Das Servicemodul enthält das Antriebssystem und die Kommunikationssysteme.

Gaia wird die Vorläufermission HIPPARCOS (**H**igh **P**recision **P**ARallax **C**ollecting **S**atellite) voraussichtlich bei weitem übertreffen. HIPPARCOS vermaß in den Jahren 1989 bis 1993 rund einhunderttausend Sterne mit hoher Präzision und etwa 2,5 Millionen Sterne mit geringerer Genauigkeit. Durch die ambitionierten Genauigkeitsanforderungen wird die Astrometrie als älteste Teildisziplin der Astronomie endgültig auch zu einem Instrument der Gewinnung physikalischer Informationen über die Himmelskörper.

Wissenschaftliche Ziele

Für die helleren etwa 50 Millionen Sterne wird eine Positionsgenauigkeit von etwa sieben Milliardstel Grad erreicht. Diese Messgenauigkeit ist etwa 50-fach höher als die genauesten HIPPARCOS-Messungen an hellen Sternen. Sie entspricht dem Durchmesser einer 1-Euro-Münze in der Entfernung des Mondes.

Zur Auswertung der Daten werden derzeit multidimensionale stellarstatistische Methoden entwickelt, um Informationen über die Struktur und Entwicklung unserer Galaxis zusammenzustellen und für Modellrechnungen aufzubereiten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Erstellung dreidimensionaler Modelle der Milchstraße und ihrer näheren Umgebung. Hierbei interessieren sich die Astronomen insbesondere für die räumliche sowie die Geschwindigkeitsverteilung der Sterne in den Spiralarmen unserer Galaxis und im galaktischen Halo, einer sphärischen Ansammlung von Kugelsternhaufen,

alten Sternen und dünnem Gas. Es wird erwartet, dass die umfangreiche Datenmenge von Gaia Antworten zu zahlreichen Fragen liefert, zum Beispiel:

- Ist die Milchstraße das Produkt eines Kannibalismusprozesses, besteht sie also aus vielen eingefangenen Zwerggalaxien?
- Wenn ja, welche Eigenschaften hatten die zerrissenen Galaxien und wann wurden sie von der Milchstraße verschlungen?
- Welche Materieströme gibt es in der Milchstraße als Relikte der Verschmelzungsprozesse?
- Wie entstehen die Spiralarme im Detail?
- Wie verlief die Geschichte der Sternentstehung in der Milchstraße?

Darüber hinaus erwarten die Wissenschaftler, dass die etwa zehnmal die gesamte Himmelskugel abtastende Durchmusterung von Gaia mit rund 800 Einzelmessungen für jedes Objekt während der geplanten fünfjährigen Missionsdauer zu einer Vielzahl weiterer Entdeckungen führen werden:

- Bis zu einer Million Asteroiden und Kometen innerhalb unseres Sonnensystems,
- Tausende extra-solare Planetensysteme,
- Tausende braune Zwerge, also Sterne, deren Masse zu gering ist für die Kernfusion von Wasserstoff zu Helium,
- Hunderttausende Weiße Zwerge, den Endprodukten der normalen Sternentwicklung,
- Tausende von Supernovae, den Explosionen massereicher Sterne,
- Hunderttausende Quasare, den Kernen weit entfernter aktiver Galaxien.

Das umfangreiche Datenmaterial von Gaia wird sich auf alle wichtigen Bereiche der astronomischen Forschung auswirken. So ermöglicht die sehr hohe Messgenauigkeit beispielsweise experimentelle Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie. Ab 2014 werden erste Zwischenergebnisse der Mission verfügbar sein. Die endgültigen Ergebnisse werden allerdings erst im Jahre 2021 erwartet.

Wissenschaftliche Nutzlast

Die beiden Teleskope des Gaia-Observatoriums besitzen jeweils einen rechteckig geformten Hauptspiegel von 1,45 x 0,45 Metern Größe sowie einen Sekundär- und einen Tertiärspiegel zur Abbildung. Die Gesichtsfelder der Teleskope liegen 106,5 Grad auseinander. An Bord befinden sich drei Hauptinstrumente, welche über die beiden Teleskope simultan Objekte in zwei unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen betrachten können. Auf diese Weise lassen sich äußerst genaue relative Positionsabstände messen.

In der gemeinsamen Brennebene der Teleskope befinden sich insgesamt 106 CCD-Detektoren, die sich zu einer 930 Megapixel-Kamera mit einer physikalischen Fläche von 42 x 93 Quadratzentimetern zusammensetzen. Bei den CCDs (Charge-coupled Device) handelt es sich um lichtempfindliche Detektor-Chips. Das Detektorfeld gliedert sich in drei Hauptinstrumente: Einen astrometrischen, photometrischen und spektroskopischen Bereich.

Zum astrometrischen Instrument gehört ein CCD-Feld zur Aufnahme von ungefiltertem Licht für die Astrometrie, der hochgenauen Messung von Sternpositionen und Sternbewegungen. Das photometrische Instrument misst Helligkeiten, Farben und Temperaturen der Sterne über einen weiten Wellenlängenbereich.

Das spektroskopische Instrument, das Radialgeschwindigkeits-Spektrometer liefert für die helleren Sterne hoch aufgelöste Spektren.

Außerdem befinden sich auf dem Detektorfeld noch ein Wellenfrontsensor sowie ein Basiswinkel-Monitor zur ständigen Kontrolle des Winkels zwischen den beiden Teleskopen.

Deutsche Beiträge zu Gaia

Das DLR hat sich im Rahmen der Mission zur Übernahme der folgenden Aufgaben verpflichtet:

- Entwicklung und Wartung eines Software-Paketes für die anfängliche Überwachung der Instrumente auf Gaia sowie die Analyse der Messergebnisse,
- Entwicklung und Wartung eines Software-Paketes für die astrometrische Datenauswertung einzelner Sterne, der Lagebestimmung von Gaia, der Einstellung der CCD-Detektoren während der Betriebsphase sowie der Erstellung des Gaia-Referenzsystems (Bezugssystem zur Koordinatenbestimmung der Objekte),
- Entwicklung und Wartung eines vollständigen Software-Paketes für die automatische Klassifikation und endgültige Gewinnung der astrophysikalischen Parameter für alle mit Gaia beobachteten Quellen,
- Entwicklung, Software-Implementierung und Wartung eines vollständigen relativistischen Modells der Gaia-Beobachtungen, sowie Planung und Durchführung von Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie mit Gaia-Daten,
- Unterstützung der ESA während der Inbetriebnahme und Tests im Orbit sowie zeitnahe Lieferung der wissenschaftlichen Daten an die Wissenschaftler.

Die deutschen Beiträge werden durch das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) finanziert und durch das Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg (ZAH), die Technische Universität Dresden, das Astrophysikalische Institut Potsdam (AIP) und das Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) in Heidelberg realisiert. Die Institute erbringen ihre Beiträge im Rahmen des DPAC (Data Processing and Analysis Consortium), das europaweit mehr als 380 Mitarbeiter umfasst.

Als Hauptauftragnehmer für die Gaia-Mission wurde EADS Astrium ausgewählt. Die Finanzierung des Satelliten, der Sojus-Fregat-Trägerrakete, der wissenschaftlichen Instrumentierung und des operationellen Betriebs liegt in der Verantwortung der Europäischen Weltraumorganisation ESA.

Die wissenschaftliche Datenauswertung und die Erstellung der erforderlichen Rechenverfahren zur Feinjustierung der Geräte und Interpolation der Daten werden von den ESA-Mitgliedsstaaten mit zusätzlichen 120 Millionen Euro finanziert.

Kenndaten der Gaia-Mission

Start der Entwicklung:	1993 (erste Gaia-Studien)
Start der Mission:	19. Dezember 2013
Trägerrakete:	Sojus-ST/Fregat
Startort:	Kourou, Franz. Guayana
Umlaufbahn:	Lissajous-Bahn um den zweiten Lagrange-Punkt (L2), 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt
Transitzeit:	circa 1 Monat
Nominelle Missionsdauer:	5 Jahre (plus 1 Jahr optionale Verlängerung)

Bodenstation:	Cebreros, Spanien
Missionskontrollzentrum:	ESOC, Darmstadt

Quelle: DLR Raumfahrtmanagement