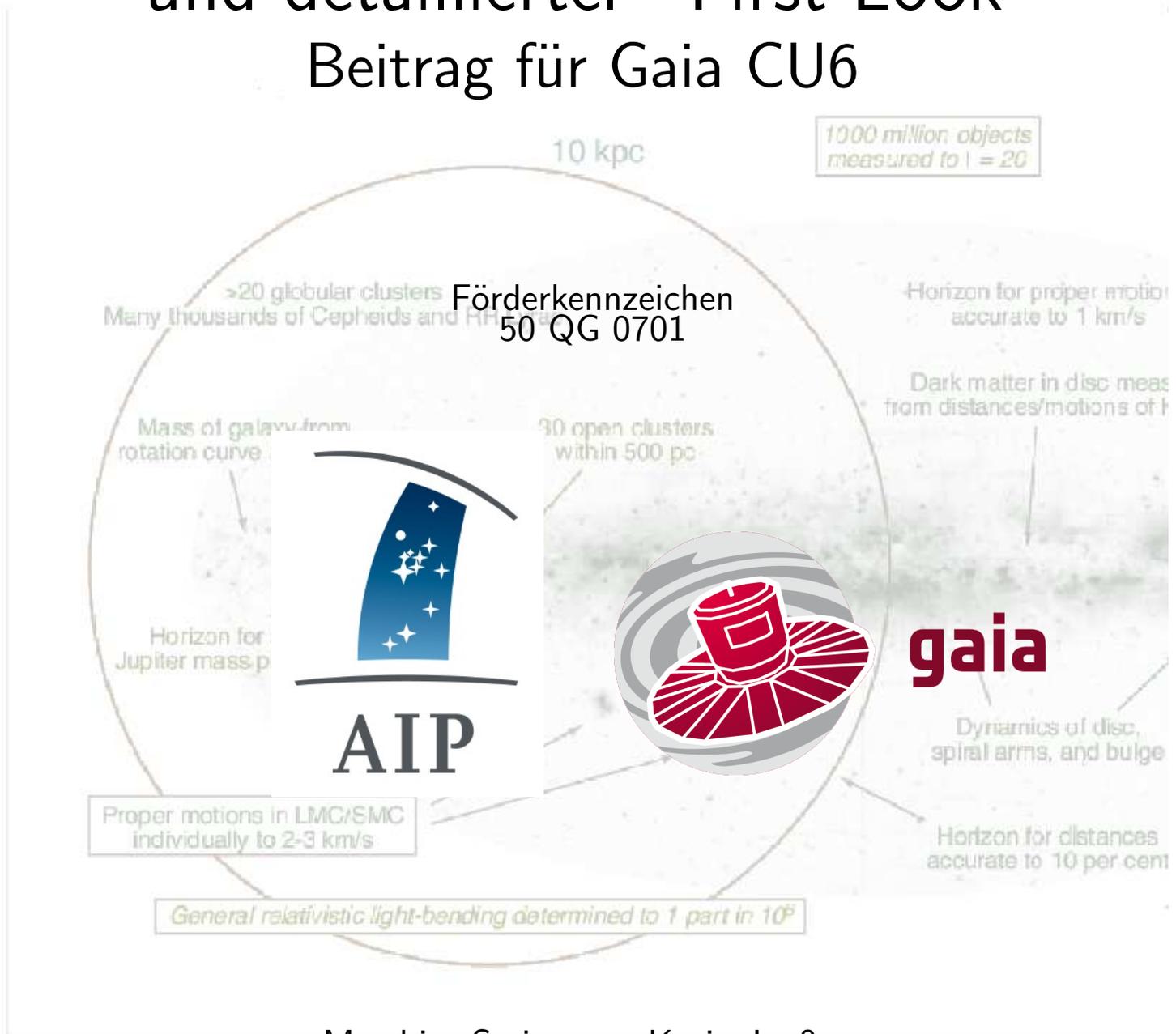


Abschlussbericht für den AIP Beitrag
zur Entwicklung der Gaia Datenreduktionspipeline

Spektroskopische Datenreduktion und detaillierter "First Look"

Beitrag für Gaia CU6



Matthias Steinmetz, Katja Janßen,
Joris Gerssen, Roelof de Jong

Leibniz-Institut für Astrophysik (AIP)

1 Projektbeschreibung

1.1 Aufgabenstellung

Der astrometrische Satellit der nächsten Generation, Gaia, ist eine bewilligte Cornerstone-Mission der ESA und soll nach neuester Information Mitte 2013 gestartet werden. Im Jahr 2006 begann die Planungs-Phase B2, die Entwicklungsphase (vgl. Fig. 1), für die Softwarepipeline zur Datenbearbeitung.

Die Aufgabenstellung für das AIP umfasste die Entwicklung, Validierung und Integration der Software Module für die Modellierung der Hintergrund Korrektur und der Validierungsprogramme für Rohdaten, Kalibrierung und schwache Objekte. Diese Module sind Teil der Software Pipeline für die Spektroskopische Datenverarbeitung des Radial Velocity Spectrometers (RVS) von Gaia.

1.2 Voraussetzungen

Die Aufgabenstellung ist eng an die bereits existierende Expertise des AIP geknüpft, die von großskaligen spektroskopischen Surveys und Integral Field Spektroskopie bis hin zu Grid Technologien und Datenbanken reicht. Diese Expertise des AIP ist essentiell für die unterschiedlichen Aspekte unserer Beteiligung an Gaia:

Das AIP ist Leiter der RAVE Kollaboration, der ersten großen spektroskopischen Vermessung der Milchstraßensterne. Der RAVE Survey kann in vielerlei Hinsicht als Wegbereiter für die wissenschaftliche Auswertung der Gaia Mission betrachtet werden. Durch RAVE hat das AIP Expertise in automatisierter Kalibrierung und Validierung von Roh- und Vorverarbeiteten Daten gewonnen.

Im Wesentlichen ist das RVS Instrument ein Integral Field Spektrograph, und 3D Spektroskopie ist eine Schlüsseltechnologie des AIP. Das Institut hat ein großes, weltweit anerkanntes Wissen für sowohl IFU Entwicklung (PMAS, PPAK, MUSE, VIRUS) und als auch Datenreduktionssoftware (P3D wurde am AIP entwickelt und die 3D Spektroskopie Gruppe des AIP ist verantwortlich für die Datenreduktionssoftware von MUSE). Zudem war das AIP Koordinator des europäischen Euro3D Wissenschafts- und Training- Netzwerkes. Dieses Wissen ist wertvoll für die WPs, die die Hintergrund Modellierung für Gaia betreffen.

Die Entwicklung der Software für Gaia geschieht (nach ESA Standards) in Java und die Datenreduktionspipeline benutzt Grid Technologien. Das AIP ist das PI Institut des deutschen Astro-Grid Projektes. Kenntnisse und Expertise des Institutes sowohl für Java Programmierung als auch für Grid Technologien sind entscheidend für die optimale Entwicklung der Softwarecodes und ihre Integrierung in die Gaia Pipeline.

1.3 Planung und Ablauf

Die komplexe Aufgabe der Entwicklung einer speziell auf Gaia zugeschnittenen Software, die es ermöglicht ein Maximum an Informationen aus den aufgezeichneten Daten herauszufiltern, ist essentiell für den Erfolg der Mission. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, wurden 9

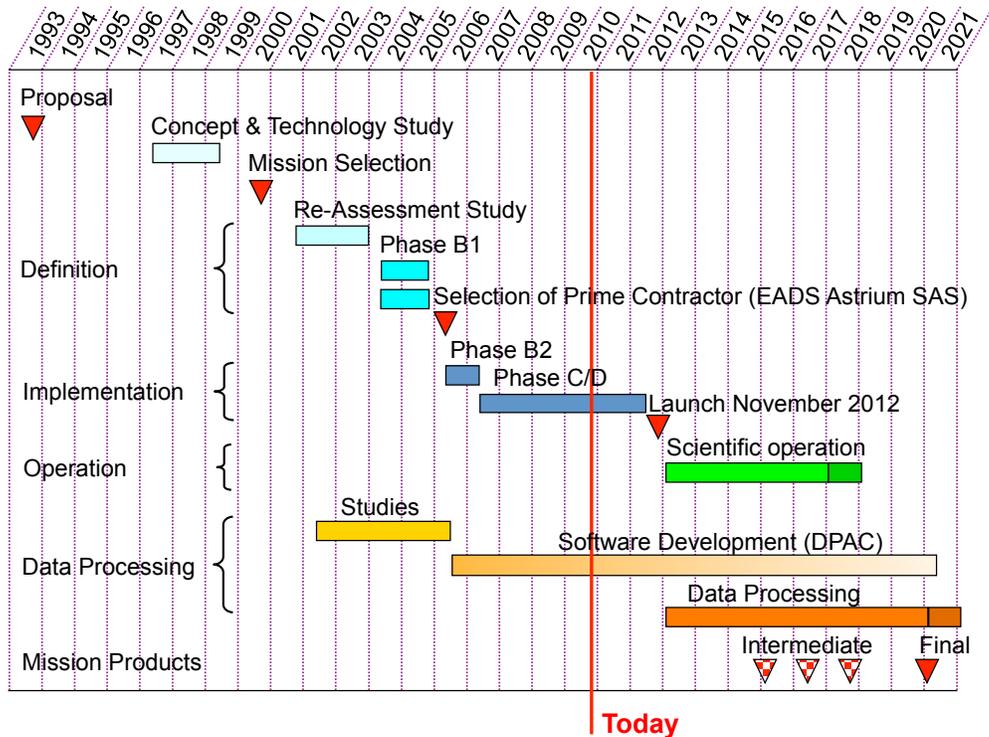


Figure courtesy Michael Perryman and François Mignard

Figure 1: Gaia Entwicklungsplan. Der Start der B2 Phase und der Entwicklung der Datenverarbeitungs-pipeline war 2006. Seit 2007 ist das AIP mit diesem Projekt an Design und Programmierung der Software für Gaia aktiv beteiligt. Der Start des Satelliten ist hier geplant für Ende 2012.

Koordinationseinheiten (Coordination Units, CUs) für unterschiedliche Teilbereiche der Softwareprogrammierung gebildet. Der Beitrag des AIP findet sich in Software Produkten für die CU3 “Core Processing” und die CU6 “Spectroscopic Processing”.

Der vollständige Entwicklungsplan von Gaia (Fig. 1) zeigt die Software Entwicklungs Phase, die 2006 für alle Instrumente an Bord von Gaia gleichzeitig begonnen hat. Das AIP ist mit seinem Beitrag auf die Asuwertung der Daten des Radial Velocity Spectrometers spezialisiert.

Die Beteiligung des AIP an den Auswertungs-algorithmen des RVS ist wiederum in drei verschiedene Arbeitspakete (WPs) aufgeteilt. Diese WPs wurden ausgewählt, weil sie optimal zu der am Insitut existierenden Expertise passen. Der Vorteil, der sich aus der inner-institutionellen Zusammenarbeit ergab, sicherte zusammen mit den Kollaborationen im Gaia Konsortium die rechtzeitige Lieferung der Software Produkte. Die Einbindung in die WPs wurde mit dem Leiter der Einheit CU6 abgestimmt und von dem Konsortium als für gut befunden. Nachfolgend werden diejenigen Aufgaben aufgeführt, die unter der Leitung des AIP bearbeitet wurden.

Das AIP war (und ist) in drei Bereichen der Missionsvorbereitung involviert: (i) Modellierung des Hintergrundes, (ii) First-Look und Validierung und (iii) Gaia Referenzstern Datenbank. Diese WPs werden im folgenden kurz vorgestellt.

Modellierung des Hintergrundes

Das RVS Instrument ist ein Integral Field Spektrograph (IFU), der in einem Fenster Modus arbeiten wird, d.h. anstelle des gesamten Detektors werden nur die Fenster der tatsächlich beobachteten Spektren ausgelesen. Auf Grund der IFU Bauweise des RVS werden jedoch Spektren benachbarter Sterne (mit ähnlicher AC Position) mit dem eigentlichen Spektrum überlappen. Die Abschätzung des Einflusses dieses Hintergrundes ist nicht trivial und erfordert spezielle Algorithmen, die eigens hierfür entwickelt werden mussten. Diese Aufgabe, unterteilt in zwei Unterpakete, lag in der Verantwortung des AIP.

Detaillierter First-Look und Validierung

Sowohl die Eigenschaften von Gaia als auch die Besonderheiten des RVS gestalten die Auswertung wissenschaftlicher Daten kompliziert. Die verlässliche Auswertung der Daten hängt für die Gaia-Mission daher von einer Sequenz an Validierungsschritten während der gesamten Datenerfassung, Extrahierung und Verarbeitung ab. Das AIP hat die Verantwortung für drei dieser Schritte übernommen: die Validierung der Kalibrierung, der Rohdaten und der Verarbeitung schwacher Sterne.

Referenzstern Datenbank

Es gibt keine Kalibrierungslampe für Spektroskopie an Bord des Gaia Satelliten, so dass die Lösung für die Wellenlängenkalibrierung des RVS von der bodengebundenen Messung stabiler Sterne abhängt, die vor dem Beginn der Datenaquise mit Gaia aufgenommen werden müssen. Diese Serien hochaufgelöster Spektren von stabilen Sternkandidaten werden über den gesamten Himmel verteilt aufgezeichnet, um zunächst die Stabilität zu bestätigen und dann den Nullpunkt für die Radialgeschwindigkeiten abzuleiten. Diese Daten werden auch dafür genutzt, die Algorithmen für verschiedene stellare Parameter des CU8 Konsortiums zu testen. Das AIP stellt in diesem WP den Internet Service zur Verfügung, der für Lagerung, Zugriff und Nutzung dieser Daten für die Algorithmen, die Kalibrierung und die Validierung der Nullpunktsbestimmung und der Bestimmung der astrophysikalischen Parameter benötigt wird. (Das Arbeitspaket wird von der Universität Montpellier geleitet.)

1.4 Stand der Wissenschaft und Technik

Das Gebiet der Astrometrie ist durch die ESA-Weltraummission Hipparcos, die Ihren Katalog 1997 veröffentlichte, revolutioniert worden. Dieser Satellit hatte nicht nur große Auswirkungen auf das Gebiet der Astrometrie, sondern stellte auch die entscheidenden Informationen zur Verfügung, die zu wichtigen Entdeckungen in vielen Bereichen der Astronomie führten (Galaxienentstehung und -dynamik, stellare Evolution, Referenzsysteme usw.).

Gaia ist die nächste Generation der ESA-Weltraummissionen, die den Astronomen ermöglichen wird, die Entfernungen zu galaktischen und extragalaktischen Objekten mit Hilfe von mikrobo-gensekunden genauen Parallaxen (um etwa 2 Größenordnungen besser als Hipparcos) für Objekte bis zu $G \sim 20$ zu messen. Gaia wird die Position, die Parallaxe und die Magnitude für ca. 1 Milliarde Sterne in der Milchstrae und ihrer direkten Nachbarschaft bestimmen. Darüber hin-

Table 1: Erwartete Anzahl der Sterne, die mit dem RVS Instrument während der gesamten Mission und pro Tag beobachtet werden, als Funktion der RVS Magnitude G (Quelle: GAIA-C6-TN-OPM-DK-001-3).

G_{RVS}	$N(< G_{RVS})$	$N(< G_{RVS})$ per 24h
10	2,085,667	5.64E+04
10.5	3,181,987	8.60E+04
11	4,790,790	1.29E+05
11.5	7,169,577	1.94E+05
12	10,764,939	2.91E+05
12.5	16,073,519	4.43E+05
13	23,803,919	6.43E+05
13.5	35,036,025	9.47E+05
14	51,212,978	1.38E+06
14.5	74,300,029	2.01E+06
15	105,922,848	2.86E+06
15.5	147,799,196	3.99E+06
16	200,891,216	5.43E+06
16.5	264,817,623	7.16E+06
17	335,758,198	9.07E+06
17.5	410,467,376	1.11E+07

aus wird Gaia Radialgeschwindigkeiten und Hufigkeiten für den helleren Teil der Daten (bis zu $G \sim 16.5$) beschaffen. Tabelle 1 zeigt die erwartete Anzahl der Quellen, die mit dem RVS Instrument vermessen werden. Diese Datensammlung wird den Umfang des Hipparcos Kataloges um 4 Grenordnungen übersteigen. Im folgenden soll das RVS Instrument, für das unser Projekt einen Teil der Software produziert hat, in Bezug auf seine Eigenschaften und erwartete Effizienz kurz beschrieben werden.

Das RVS ist ein Nahinfrarot-Spektrograph ([847,874] nm) mit mittlerer Auflösung ($R = 11,500$). Er wird von den gleichen beiden Teleskopen beleuchtet wie die astrometrischen und photometrischen Instrumente. Genau wie die anderen Gaia Instrumente wird das RVS fortwährend den Himmel abscannen, und so die Messung einer bestimmten Quelle während der 5 Jahre Missionslaufzeit im Mittel 40 Mal wiederholen. Das Instrument selbst besitzt weder Spalt noch Lichtleitungsfasern, sondern dispergiert jegliches Licht, das in sein 0.22×0.39 Grad² Gesichtsfeld eintritt. In vielerlei Hinsicht ist das RVS einem Integral Field Spectrographen ähnlich, denn die Daten haben sowohl eine räumliche als auch eine spektrale Komponente. Die RVS Detektoren, die die Spektren aufnehmen, bestehen aus 3×4 (AL \times AC) CCDs (rot in Abb. 3), die im Time Delay Integrations Modus arbeiten. Jede CCD besteht aus 4500×1966 (AL \times AC) Pixeln, die in AL Richtung während der Belichtungszeit von 4.41 s von dem Bild des Spektrums durchlaufen und am äusseren Rand der CCDs ausgelesen werden. Abb. 2 zeigt eine schematische Darstellung der Nutzlast von Gaia mit beiden Teleskopen und Strahlengängen, während Abb. 3 ein detaillierteres Bild der Detektorebene liefert.

Wegen der Bandweitenlimitierung wird das RVS wie die anderen Gaia Instrumente in einem Fenster-Modus arbeiten. Für das RVS sind diese Fenster 1260 Pixel lang und 10 Pixel breit. Die Spektren werden dabei in drei verschiedenen Moden aufgezeichnet:

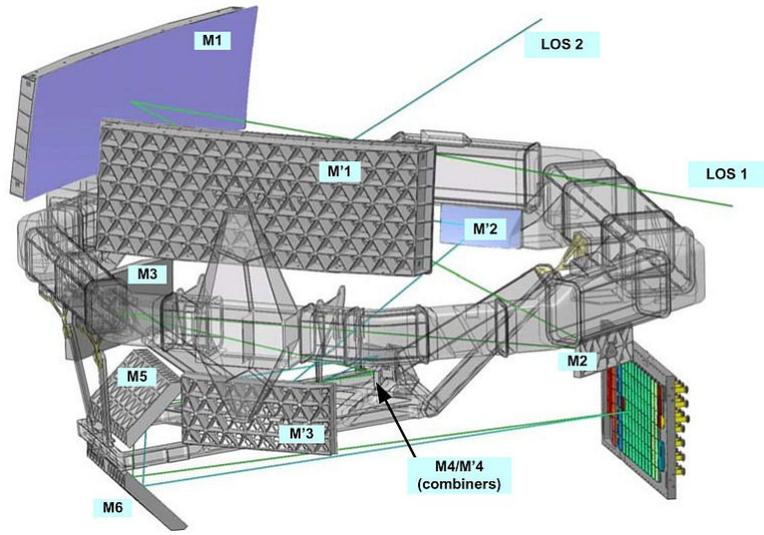


Figure 2: Die beiden Teleskope von Gaia sind derart um die (hier vertikale) Achse des Instrumentes angeordnet, dass ihre beiden Sichtlinien (grün LOS1, blau LOS2) in der gleichen fokalen Ebene (bunt unten rechts im Diagramm) zusammengeführt werden können.

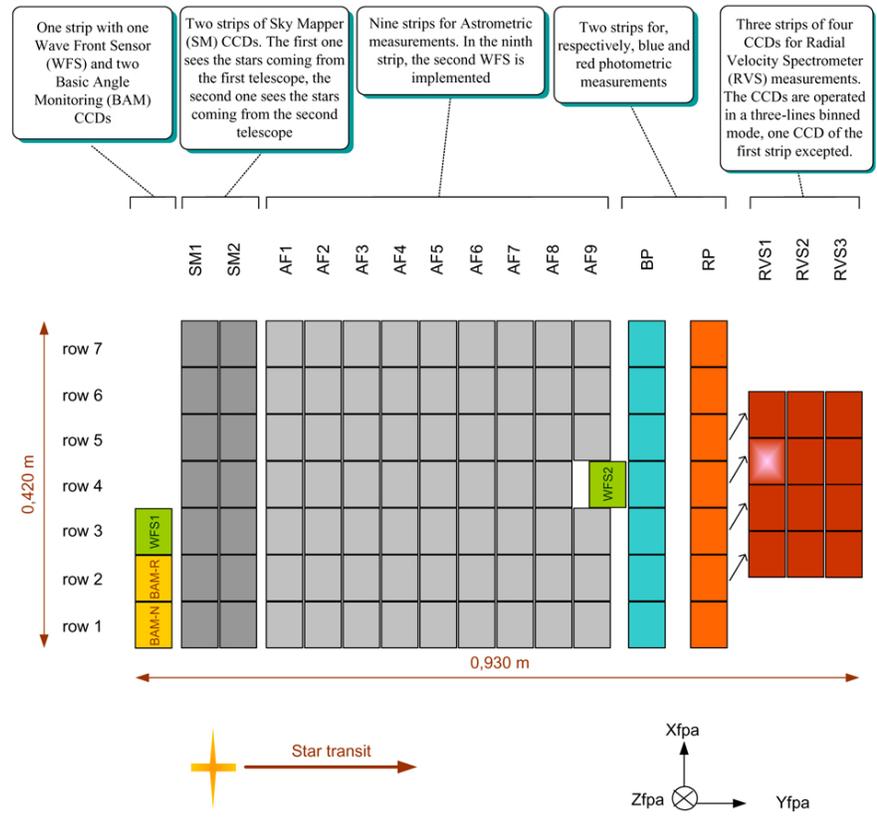


Figure 3: Nahansicht der Fokalebene von Gaia. Das RVS Instrument dispergiert das Licht der beiden Sichtlinien gleichzeitig und überlagert die beiden Bilder auf den RVS Detektoren (rot eingezeichnet). Das Bild jedes Objektes durchläuft die Fokalebene hierbei von links nach rechts. Zunächst wird es in den beiden Sky Mappern gesichtet (SM1, SM2 dunkelgrau im linken Bereich der Fokalebene markiert), die dann die Aufzeichnung in den folgenden Detektoren der Fokalebene, z.B. im RVS, auslösen.

- (1) Die hellsten Sterne ($4.74 \leq G_{RVS} \leq 7$) werden mit 1×1 Pixeln gesampelt, so dass das entsprechende Spektrum aus 1260×10 Pixeln besteht. Zusätzlich wird auch ein kleiner Anteil schwächerer Sterne für die Kalibrierung in diesem Modus aufgenommen.
- (2) Für Magnituden zwischen $7 \leq G_{RVS} \leq 10$ wird das Sampling mit 1×10 (AL \times AC) Pixeln erfolgen, so dass eindimensionale Spektren mit 1260×1 Pixeln erzeugt werden.
- (3) Sterne schwächer als $G_{RVS} = 10$ werden mit 3×10 Pixeln gesampelt. Die resultierenden Spektren haben somit eine Dimension von 420×1 Pixeln. Die schwachen Sterne werden mit einem grösseren Sampling beobachtet, weil der gesamte Satellit ausschliesslich scannend arbeitet und dadurch eine feste Integrationszeit vorschreibt. Durch das grössere Sampling kann aber das Ausleserauschen ebenso wie der Übertragungsfluss reduziert werden.

Ein Pixel hat eine durchschnittliche spektrale Breite von 0.26 \AA in AL Richtung. Daher werden Sterne, die heller als $G_{RVS} \approx 10$ sind, leicht oversampled, während schwächere Sterne mit einem Faktor von ~ 2 undersampled werden.

Die erwartete Genauigkeit des RVS (von einigen km/s herunter bis zu $V \sim 14.5$) wird es uns erlauben, räumliche Bewegungen (und in Kombination mit den Positionen und Parallaxen auch die Phasenraum-Beziehungen) für Millionen von Sternen der Milchstraße sehr exakt zu vermessen. Auf diese Weise wird eine Datensammlung von unerreichter Qualität entstehen, um die Bildung, Entwicklung und Dynamik der Milchstraße und viele andere Prozesse zu untersuchen. Die erwartete Leistung des Instrumentes ist in Tabelle 2 dargestellt. Die Abnahme der Genauigkeit mit der Magnitude ist eine Folge der festen Integrationszeit, da die Anzahl der während eines Zeitintervalls Δt gesammelten Photonen von der scheinbaren Helligkeit abhängen (je schwächer das Objekt, desto niedriger sein Signal-zu-Rausch-Verhältnis).

Table 2: Erwartete Performance des RVS Instruments für radiale Geschwindigkeiten (in km/s) als Funktion von V Magnitude und Spektraltyp (GAIA-C6-SP-OPM-DK-003-2).

Spectral Type	V magnitude							
	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.0	17.5
K1III	≤ 1	≤ 1	≤ 1	1.2	2.8	6.8	10.7	20.5
K1III MP	≤ 1	≤ 1						
K0V	≤ 1	≤ 1	1.0	2.0	4.8	12.0	22.0	> 30
G0V	≤ 1	≤ 1	1.4	3.1	7.5	20.3	> 30	> 30
F0V	≤ 1	1.0	2.3	5.0	12.5	> 30	> 30	> 30
A0V	1.4	2.6	6.0	15.1	> 30	> 30	> 30	> 30
B0V					> 30	> 30	> 30	> 30

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Datenreduktionskonsortium DPAC der Gaia Mission stellt eine Kollaboration vieler europäischer Institute dar, die mehrere Hundert Wissenschaftler in ganz Europa umfassen. Die

CU6 zählt beispielsweise 48 Mitglieder, die in 15 verschiedenen Institutionen arbeiten und von dem Pariser Observatorium geleitet wird.

Die beiden wissenschaftliche Mitarbeiter des hier beschriebenen Projektes haben hauptsächlich mit den folgenden Insituten zusammenarbeiten:

- CNES, Toulouse, Frankreich, Integration der Software und Pipeline Testcenter
- MSSL, London, Großbritannien, Leitung der Spektroskopischen Datenreduktion
- ZAH, Heidelberg, Deutschland, Leitung von "First Look" und Validierung
- OPM, Observatorium Paris-Meudon, Frankreich, CU6 Management

2 Resultate

2.1 Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse

Die Entwicklung der Software für Gaia war in allen Koordinationseinheiten in Entwicklungszyklen von jeweils sechs Monaten strukturiert. Die Zuwendung umfasste hierbei die Gaia Entwicklungszyklen 3 bis 9.

Da das Projekt im September 2007 mit dem Entwicklungszyklus 3 startete, war es dem AIP möglich bereits vom Beginn der ersten echten Softwareimplementierung an der Entwicklung der Gaia DPAC Pipeline beteiligt zu sein.

(i) Hintergrund Modellierung

GWP-S-620-05000: Modellierung des Hintergrundes ausgedehnter Quellen

Ziel: Dieses Arbeitspaket beinhaltet den Code, der den Beitrag des Hintergrundflusses ausgedehnter Quellen, sowohl kosmischen Ursprungs (Galaxien, Nebel, Zodiakallicht usw.) als auch instrumentellen Ursprungs (optische Geister, Streulicht, usw.) identifiziert und aufsummiert. Für die korrekte Abschätzung des Flusses erfordert das Arbeitspaket den Vergleich mit existierenden Archiven, aber auch eine enge Kollaboration mit der CU5, um unter Benutzung der Gaia Photometrie eine Rekonstruktion der Flussverteilung der ausgedehnten Quellen zu erstellen.

Ergebnis: Auf Anfrage des CU6 Koordinators David Katz wurde diesem Modul weniger Zeit gewidmet als ursprünglich geplant. Der Grund hierfür liegt in einer Prioritätenverschiebung zugunsten des Moduls zur Simulation des Hintergrundbeitrages von Punktlichtquellen, das hierdurch in eine sehr gute Form gebracht werden konnte. Die Lieferungen des WP für ausgedehnte Quellen an das CNES enthalten ein "Dummy" Modul, das nur wenig Funktionalität im Vergleich zu den Anforderungen aufweist. Bereits erarbeitet wurde für dieses Modul die Auswahl und Validierung der verschiedenen Quellen aus dem Katalog.

GWP-S-620-06000: Modellierung des Hintergrundes punktförmiger Quellen

Ziel: Das Arbeitspaket zur Modellierung des Hintergrundbeitrages der punktförmigen Quellen ähnelt dem GWP-S-620-05000, behandelt jedoch die nicht aufgelösten Quellen (Sterne und

QSOs). Es umfasst die Erstellung von Softwarecode für die Identifizierung und Konstruktion des Flussbeitrages benachbarter Sterne zum beobachteten Spektrum. Die Abhängigkeiten von den anderen CUs sind identisch. CU5 wird photometrische Informationen für Objekte bis zu $G \sim 20$ für den größten Teil des Himmels zur Verfügung stellen, wobei das Magnitudenlimit für das RVS viel geringer ist. Trotzdem werden in dichten Regionen, in denen die Fülle der Quellen problematisch wird, Katalogdaten benötigt, um die Kontamination von benachbarten Objekten rekonstruieren zu können.

Ergebnis: Nach einer Literaturrecherche zum allgemeinen Design der Mission, Auswertung verfügbarer simulierter Daten, Einrichtung der Entwicklungsumgebung, Training in JAVA und der Entwicklungsumgebung und Auswahl der relevanten Kataloge für die Quellen wurde das Design des Moduls erstellt. Der erste Teil der Designphase zeichnete sich durch die Abgabe von Spezifizierungen der Software Anforderungen (Software Requirement Specifications) aus, die die gewünschten Funktionen der Software und die Daten beschreiben, die für die Implementierung in- und außerhalb des DPAC benötigt werden (Physikalische Größen, relevante Kataloge und Datenprodukte). Die zweite Phase der Design Studie endete mit der Auslieferung des Software Design Dokuments, das das Design des Moduls vor der Implementierung zusammenfasst. Danach wurde das Design zunächst in einem Nicht-Java Prototypen implementiert, um die Angemessenheit zu überprüfen. Anschliessend wurden die ersten Java-Prototypen mit Basisfunktionalität realisiert und an CNES ausgeliefert. Der Code ist in Java mit Hilfe der in-

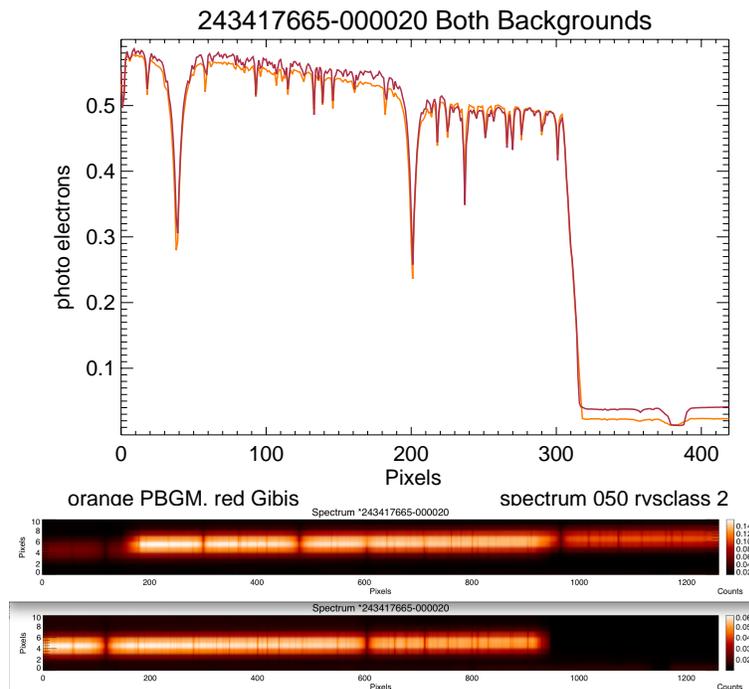


Figure 4: *Oben:* Simulation eines Hintergrundes mit dem PointBackgroundModel *orange* im Vergleich zum wahren GIBIS Hintergrund *rot*. *Unten:* GIBIS Simulationen *oben* der beobachteten Quelle inklusive Hintergrund, *unten* nur des Hintergrundes.

tegrierten Entwicklungsumgebung Eclipse geschrieben. Für die Auslieferung und Archivierung wird die Versionssoftware svn benutzt. Die vielen Abhängigkeiten des Modules werden automatisch mit Ivy verwaltet. Elementare Tests und Testreports wurden für jedes Untermodul über das JUnit System durchgeführt.

Eine erste wissenschaftliche Validierung des Moduls wurde mit simulierten Daten des "Gaia Image and Basic Instrument Simulators" (GIBIS) durchgeführt, Fig. 4 zeigt das Beispiel eines mit dem PointBackground Modul simulierten Hintergrundes im Vergleich zum "wahren" von GIBIS simulierten Hintergrund. Der Simulator wurde mit variierten Parametern für Rauschen und PSF Breiten mehrfach durchlaufen. Die simulierten und extrahierten Spektren wurden dann mit den Vorhersagen des Punktquellen Hintergrund Moduls verglichen, um dessen Genauigkeit zu quantifizieren. Nach einer Vor-Integrationsphase am MSSL/London war auch die eigentliche Integration des Moduls in das "System for Accomodation of Gaia Algorithms" (SAGA) am CNES/Toulouse erfolgreich.

Das Modul befindet sich in kontinuierlicher Entwicklung, um Funktionalität und Robustheit dahingehend zu verbessern, dass das Modul auch mit schwierigen Fällen wie z.B. fehlenden Daten, komplexen Fenstergeometrien oder Fensterkonflikten (bei Änderung der spektralen Auflösung innerhalb ein und desselben Fensters) umgehen kann. Sogenannte End-to-End Tests werden durchgeführt, um die wissenschaftliche Gültigkeit der Abfolge der Programme zur Extraktion von Spektren sicherzustellen: Für diese Tests werden Rohdaten simuliert und durch die gesamte Programmfolge geführt. Diese Tests sind viel anspruchsvoller als Tests einzelner Module, für die Validierung des Gesamtprogrammes aber unabdinglich. Der Ablauf dieser Tests wurde in Zusammenarbeit aller Entwickler im "Software Test Specifications" (STS) Dokument festgehalten. Mit der Auslieferung des "Software Test Reports" (STR) wurden die Tests abgeschlossen.

Der Arbeitsaufwand und die Komplexität dieses Paketes ist unterschätzt worden: Es beinhaltet nicht weniger als die Implementierung eines effizienten Spektrumsimulators *innerhalb* der Extraktionsprogramme. Dieses Paket erforderte 0,95 FTE/ Jahr, wobei die verbleibenden 0,05 FTE/ Jahr der Hintergrundmodellierung ausgedehnter Quellen gewidmet wurden.

Etwa 60 % der geplanten Gesamtfunktionalität sind erreicht. Es fehlt die Berücksichtigung einiger spezieller Punktquellen, wie z.B. unaufgelöste Galaxien und Objekte unseres Sonnensystems, sowie der einfachere, degenerierte Modus für Kontamination durch nicht vollständig beschriebenen Objekte.

(ii) Detaillierter "First Look" und Validierung

GWP-S-630-05000: Detaillierter "First Look" und Validierung: Rohdaten

Ziel: Dieses Arbeitspaket beinhaltet den Code zur Validierung der Rohdaten des Satelliten und zur Generierung von Metadaten (bzw. Protokolldateien), die die weitere Datenverarbeitung erleichtern. Die Tests und Methoden der Qualitätskontrolle wurden in den Zyklen 2 und 3 der Gaia Mission festgelegt. Dieses Arbeitspaket erfordert eine Abstimmung mit CU1, die für die Regeln der Qualitätssicherung und der Speicherung der Rohdaten zuständig ist.

Ergebnis: Die Kern-Algorithmen dieses Arbeitspaketes sind entwickelt und programmiert. Die Verifizierung und Validierung des Codes ist derzeit im Gang. Die erstmalige Integration des Codes in die CU3 Verarbeitungs-Umgebung wurde erfolgreich durchgeführt.

GWP-S-630-12000: Detaillierter "First Look" und Validierung: Kalibrierung

Ziel: Dieses Arbeitspaket wird ausgehend von den bereits reduzierten Daten in Echtzeit die Kalibrierung des RVS Instruments (Nullpunkt und Wellenlängenlösung) prüfen. Das Endpro-

dukt ist hier bei der verifizierte Code. Das Arbeitspaket erfordert eine enge Zusammenarbeit mit den für die Kalibrierung zuständigen Gruppen (GWP-S-620, 630 und 640).

Ergebnis: Die CU6 Umgebung erzeugt täglich Kalibrierungsparameter, die über Zeiträume von je einer Stunde gemittelt wurden und den Status des RVS Instrumentes beschreiben. Eine tägliche Analyse dieser "RVS One Day Calibration" (RODC) Parameter im Vergleich zum Langzeittrend ist ein wesentlicher Bestandteil der CU3 Kern-Umgebung. Die RODC selbst wird jedoch in der CU6 Umgebung laufen. Die Schnittstellen zwischen CU3 und CU6 sind daher von entscheidender Bedeutung und wurden in einer Reihe von Treffen und Telefonkonferenzen zwischen CU3 und CU6 definiert. Das entsprechende Datenmodell für die Speicherung der RODC Produkte ist ebenfalls definiert worden. Die genaue Funktionalität des Codes ist unter Zustimmung von sowohl CU3 als auch CU6 formuliert worden. Ein Prototyp des Codes für das RODC Modul läuft bereits in einer CU6 Proto-Umgebung. Das RODC Design ist modular aufgebaut, um die Einbeziehung weiterer Kalibrierungsparameter zu vereinfachen und/oder die RODC Analyse eines speziellen Kalibrierungsparameters zu einem späteren Zeitpunkt zu verfeinern.

GWP-S-630-13000: Detaillierter "First Look" und Validierung: Schwache Sterne

Ziel: Dieses Arbeitspaket wird die Qualität und Stabilität der Datenreduktion und Verarbeitung von schwachen Objekten mit dem RVS Instrument überwachen. Da diese Spektren zu schwach sind, um einzeln verarbeitet zu werden, müssen sie zunächst zusammengefasst und gemittelt werden.

Ergebnis: Für dieses Arbeitspaket ist ein vorläufiges Datenmodell und ein Schema für die Zusammenfassung der Spektren ausgearbeitet worden.

(iii) Nullpunkt der Radialgeschwindigkeit

GWP-S-640-02000 Gaia Referenzstern Datenbank

Ziel: Dieses Arbeitspaket beinhaltet die Aktualisierung, Pflege und Dokumentierung der spektroskopischen Datenbank, die für die Wellenlängenkalibrierung von Gaia benötigt wird.

Ergebnis: Die Datenbank (postgreSQL) ist erstellt worden und die derzeit verfügbaren Daten sind eingepflegt worden. Eine Internetoberfläche, die den Zugang zur Datenbank von außerhalb des AIP sicherstellt, ist eingerichtet worden.

2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Aus Mitteln des Projektes

Personal

Die AIP Beteiligung an der Gaia Mission erfolgte durch 2 wissenschaftliche Mitarbeiter. Der erste durch dieses Proposal geförderte Postdoc bearbeitete die Arbeitspakete GWP-S-620-05000 und 06000. Der zweite Postdoc war für die Unterarbeitspakete GWP-S-630-05000, -12000, -13000 und GWP-S-640-02000 zuständig. Jede dieser Arbeitspaketgruppen erforderte ein volles FTE / Jahr um erfüllt zu werden.

Reisen

Die CU6 traf sich zweimal jährlich an unterschiedlichen, internationalen Einrichtungen. Beide wissenschaftliche Mitarbeiter waren während der gesamten Dauer des Projektes bei diesen Sitzungen anwesend. Zusätzlich fanden weniger regelmäßig CU-übergreifende Treffen und kleinere, speziellere Meetings zur Datenkalibrierung statt.

Beitrag des Leibniz-Instituts

Das AIP stellte den wissenschaftliche Mitarbeitern Büroräume und Computer zur Verfügung, Zugang zu der AIP Infrastruktur (Internet, Labore, Teleskope und Supercomputer), den Datenservern und der RAVE Datenbank. Ein weiterer Beitrag wurde in Form von Führung und Expertise der Mitarbeiter der RAVE Kollaboration und der 3D Spektroskopie geleistet.

Während der gesamten Dauer des Projektes hat das AIP zudem die fehlenden 0,5 FTE / Jahr aus anderen Quellen gedeckt, um die benötigten 2 FTE / Jahr zu vervollständigen.

2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit

Die dem AIP zugeteilten WPs sind ausschlaggebend für die wissenschaftliche Ausbeute der Gaia Mission. Das spektroskopische RVS Instrument, wird den Astronomen die 6th Dimension des Phasenraums liefern. Es wird ihnen so ermöglichen, die Details der Galaxienentstehung zu entschlüsseln und die Gravitationstheorie zu prüfen. Solche Ziele können jedoch nur mit einer einwandfreien Kalibrierung erreicht werden. Daher wird der Erfolg der Mission stark von der Kalibrierungssoftware abhängen, die unter der Leitung des AIP steht. (Dies gilt natürlich ebenso für andere Kalibrierungspakete, die nicht am AIP erstellt werden.) Das AIP ist das für diese Aufgabe bestgeeigneste Institut, weil die bis jetzt einzige existierende Studie mit vergleichbarer spektraler Auflösung, RAVE, vom AIP initiiert und koordiniert wurde. (Der Galaktische Teil des SDSS hat 3 mal geringere Auflösung.) Diese wichtige Expertise ist bisher in Europa sehr selten, und existiert nur an den Instituten, die am Validierungsprozess der RAVE Daten teilgenommen haben (AIP, Ljubljana, INAF Padova). Durch seinen Beitrag für die Gaia Datenreduktions Pipeline konnte das AIP seine bereits existierende Expertise einbringen aber auch noch weiter ausbauen.

Phasenrauminformationen sind das Hauptziel der Gaia Mission, die spektroskopischen Daten werden aber weitaus mehr Informationen zur Verfügung stellen, als nur die Radialgeschwindigkeiten. Der Wellenlängenbereich von Gaia (ähnlich des RAVE Wellenlängenbereiches) beinhaltet eine Vielzahl chemischer Informationen, die genutzt werden können, um die chemischen Häufigkeiten der Elemente in den Sternen zu messen. Diese Messungen sind im Bezug auf Ungenauigkeiten in dem instrumentellen Bias und der Modellierung des Hintergrundes sehr empfindlich. Die IFU

Bauweise des RVS im Zusammenspiel mit der Ausleseweise der Daten gestaltet eine direkte Abschätzung der Hintergrundstrahlung sehr schwierig. Diese Aufgabe ist dem AIP anvertraut worden, weil das Institut Erfahrung sowohl auf dem Gebiet der IFU Datenreduktion als auch (durch RAVE) in dem für Gaia wichtigen Spektralbereich besitzt. Für Gaia müssen korrekte Hintergrund Modelle abgeschätzt werden, um zu gewährleisten, dass das Instrument sein Potenzial voll ausschöpfen kann und nicht nur 6D Phasenrauminformationen, sondern auch chemische Häufigkeiten und atmosphärische Parameter für die Sterne des Katalogs liefert.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, dass **die vom AIP geleiteten Arbeitspakete essenziell für die Softwarepipeline der Gaia-Mission sind**, da sie dem gesamten Experiment erlauben werden, seine wissenschaftlichen Ziele zu erreichen.

2.4 Nutzen und Verwertbarkeit

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Gaia ist ein Grundlagenforschungsprogramm der Astrophysik, das auf die Ausmessung der Positionen und Entfernungen der Milchstrassensterne abzielt. Aus diesem Grund ist kein unmittelbarer wirtschaftlicher Nutzen zu erwarten. Andererseits kommt das Knowhow, das durch die Entwicklung der automatisierten Verfahren der Datenreduktion gewonnen wurde, zukünftigen (astronomischen oder nicht astronomischen) Satellitenprogrammen zugute; dies sowohl in Bezug auf die Methodik als auch auf die Optimierung. Die entwickelten Techniken können in anderen Bereichen Anwendung finden, in denen Bildverarbeitung und massive spektroskopische Datenreduktion von Vorteil sind.

Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Die Aussichten auf eine hohe wissenschaftliche Auswirkung der Gaia Mission sind sehr gut. Gaia wird Mitte 2013 starten und für die Dauer von 5 Jahren wissenschaftliche Daten liefern. Der daraus resultierende Datenkatalog wird 2019-2020 veröffentlicht werden. Der Einfluss dieser Mission wird daher auf lange Zeit sichtbar sein.

Es sind aber auch im Verlauf der Mission bereits Veröffentlichungen von Daten geplant (nach ~ 2 und ~ 5 Jahren Betrieb), die der Community mittelfristige Perspektiven bieten. Bereits diese ersten Datenkataloge werden einen großen Einfluss in der astronomischen Gesellschaft haben, da sie für einen guten Teil des endgültigen Kataloges bereits Phasenraumbeziehungen (wenn auch mit geringerer Genauigkeit) liefern werden. Eine einfache Extrapolation von dem Einfluß des Hipparcos Kataloges auf die Community läßt auf sehr gute Aussichten für diese ersten Veröffentlichungen schließen. Mehr als 1700 referierte Publikationen wurden basierend auf den Hipparcos-Daten veröffentlicht und die ersten Datenveröffentlichungen von Gaia werden bereits um Größenordnungen mehr Daten enthalten als der gesamte Hipparcos Katalog.

Durch die Beteiligung an der Gaia Pipelineentwicklung gewinnt das AIP wertvolle Einblicke in die Datenverarbeitung und -archivierung der Gaia-Daten. Dieses Wissen versetzt es eine starke Ausgangsposition für die wissenschaftliche Auswertung der Gaia-Datensätze.

Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Das AIP ist das einzige deutsche Institut, das einen Beitrag zur spektroskopischen Softwareentwicklung für Gaia liefert. Der Großteil der deutschen Anstrengungen konzentriert sich auf die Bereiche der photometrischen Verarbeitung und Astrometrie. Dieses Projekt hat daher mit seinem kleinen aber wichtigen Beitrag zur Datenreduktionssoftware des RVS die Sichtbarkeit der deutschen Astrophysik in Europa erhöht. Die unvermeidbare Zusammenarbeit mit anderen europäischen Instituten für die Entwicklung und Erprobung der am AIP hergestellten Software Produkte gewährleistet diese Sichtbarkeit des deutschen Beitrags und stärkt Deutschlands (vertreten durch das AIP) führende Rolle in grossskaligen spektroskopischen Untersuchungen.

Eines der Arbeitspakete ist Teil des TWP, das vom ZAH in Heidelberg koordiniert wird, aber auch andere deutsche Institute umfasst. Die durch dieses WP aufgebauten Kollaborationen stärken die Bindung der deutschen Institute untereinander.

Gaia wird unser Verständnis von der Milchstraße und der Entstehung der Galaxien revolutionieren. Die Chance, die Struktur der Milchstraße zum ersten Mal in drei Dimensionen sehen zu können, eröffnet auch großartige Möglichkeiten für die Öffentlichkeitsarbeit und die Sichtbarkeit ausserhalb der astronomischen Community. Tatsache ist, dass die Qualität und Tiefe der Gaia Daten (Parallaxen bis zu $G \sim 20$ mit einer Genauigkeit von 10% innerhalb von 10 kpc) ermöglichen werden, die erste genaue Karte von der Milchstraße außerhalb des Sonnensystems zu erstellen. Ebenso werden Filme produziert, die für populärwissenschaftliche Anwendungen eine Reise durch die Galaxie simulieren werden.

2.5 Fortschritt bei anderen Stellen

Da die Software der Datenreduktionspipeline ein einzigartiges Produkt ist, ist ein Fortschritt anderer Stellen hier nicht von Relevanz.

2.6 Veröffentlichung der Ergebnisse

Die Ergebnisse des AIP Beitrages zur Datenreduktionspipeline wurden intern auf halbjährlichen Meetings vorgetragen und diskutiert.

2.6.1 Technische Dokumente

Die technischen Dokumente werden ständig überarbeitet und mit dem Code zusammen weiterentwickelt:

WP620 Software Requirements Specification - Spectra Extraction Functions

19-DEC-08

GAIA-C6-SP-MSSL-HEH-002-04

Huckle, H.E., Guerrier, A., Rosen, S.R., Katz, D. and Ocvirk, P.

WP620 Software Design Document - Spectra Extraction Functions

13-MAR-09

GAIA-C6-SP-MSSL-HEH-004-05

Huckle, H.E., Guerrier, A., Rosen, S.R., Katz, D. and Ocvirk, P.

WP620 Software Test Specification - Spectra Extraction Functions

13-Mar-09

GAIA-C6-SP-MSSL-HEH-018-01

Huckle, H.E., Guerrier, A., Rosen, S.R., Katz, D. and Ocvirk, P.

CU3/WP630 Mathematical Specification of the Diagnostics for the Detailed First Look Monitor

31-DEC-09

GAIA-C3-SP-ZAH-MB-016-05

Biermann, M., Fyfe, D., Gerssen, J.

WP630 Software Requirements Specification - RVS Calibration

19-DEC-08

GAIA-C6-SP-MSSL-HEH-003-04

Huckle, H.E., Guerrier, A., Rosen, S.R., Smith, P.J. and Veltz, L.

WP630 Software Design Document - RVS Calibration

27-FEB-09

GAIA-C6-SP-MSSL-HEH-005-05

Huckle, H.E., Guerrier, A., Rosen, S.R., Smith, P.J. and Veltz, L.

WP630 Software Test Specification - RVS Calibration

04-AUG-10

GAIA-C6-SP-MSSL-MBS-004-02

Smith, M., Gerssen, J. and Seabroke, G.

CU6 Software Design Document Spectroscopic processing

24-APR-09

GAIA-C6-SP-CNES-AJA-005-02

Jean-Antoine, A., Guerrier, A., Katz, D., Ocvirk, P. and Veltz, L.

FL Validation Test Report for Cycle 8

16-JUL-2010

GAIA-C3-TR-ARI-S-016-01

Jordan, S., , Biermann, M., Fyfe, D., Gerssen, J.

Simulation requirements for spectroscopic processing for cycle 5

18-APR-08

GAIA-C6-SP-OPM-PS-008

P. Sartoretti, D. Katz, R.Blomme, C.Allende-Prieto, P.Ocvirk and L. Veltz

2.6.2 Veröffentlichungen

GAIA RVS data reduction : the 6th dimension, Meynadier, F.; Crifo, F.; Katz, D.; Thvenin, F.; Berthier, J.; Bigot, L.; Delle Luche, C.; Doressoundiram, A.; Gomez, A.; Guerrier, A.; Hestroffer, D.; Hubert, A.-M.; Jasniewicz, G.; Jean-Antoine, A.; Ludwig, H.; Martayan, C.; Nguyen, A.-T.; Ocvirk, P.; Pichon, B.; Royer, F.; Sartoretti, P.; Siebert, A.; Soubiran, C.; Turon, C.; Veltz, L.; Viala, Y., SF2A-2009: Proceedings of the Annual meeting of the French Society of Astronomy and Astrophysics, held 29 June - 4 July 2009 in Besançon, France. Eds.: M. Heydari-Malayeri, C. Reyl and R. Samadi, p.63

Gaia spectroscopy: processing, performances and scientific returns, Katz, D.; Cropper, M.; Meynadier, F.; Jean-Antoine, A.; AllendePrieto, C.; Baker, S.; Benson, K.; Berthier, J.; Bigot, L.; Blomme, R.; Boudreault, S.; Chemin, L.; Crifo, F.; Damerdjy, Y.; David, M.; David, P.; DelleLuche, C.; Dolding, C.; Frmat, Y.; Gerbier, N.; Gerssen, J.; Gmez, A.; Gosset, E.; Guerrier, A.; Guy, L.; Hall, D.; Hestroffer, D.; Huckle, H.; Jasniewicz, G.; Ludwig, H.-G.; Martayan, C.; Morel, T.; Nguyen, A.-T.; Ocvirk, P.; Parr, C.; Royer, F.; Sartoretti, P.; Seabroke, G.; Simon, E.; Smith, M.; Soubiran, C.; Steinmetz, M.; Thvenin, F.; Turon, C.; Udry, S.; Veltz, L.; Viala, Y.; EAS Publications Series, Volume 45, 2011, pp.189-194

Liste der Abkürzungen:

- **AIP** : Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam
- **AC** : Richtung senkrecht zum Scan (Across Scan)
- **AL** : Richtung entlang des Scans (Along Scan)
- **CNES** : Französische Weltraum Agentur
- **CU** : Koordinationseinheit (Coordination Unit)
 - CU1 : Systemarchitektur
 - CU2 : Datensimulation
 - CU3 : Kernverarbeitung
 - CU4 : Objektverarbeitung
 - CU5 : Photometrische Verarbeitung
 - CU6 : Spektroskopische Verarbeitung
 - CU7 : Variabilitätsverarbeitung
 - CU8 : Astrophysikalische Parameter
 - CU9 : Katalog Zugang
- **DLR** : Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- **DPAC** : Konsortium für Datenverarbeitung und -analyse (Data Processing and Analysis Consortium)
- **ESA** : Europäische Weltraum Agentur (European Space Agency)
- **FTE** : Vollbeschäftigungseinheit (Full Time Equivalent)
- **GWP** : Gaia Arbeitspaket (Gaia Workpackage)
- **GWP-S** : CU6 spezifisches Gaia Arbeitspaket
- **IFU** : Integral Field Unit
- **INAF** : Nationales Astrophysikinstitut Italiens (Istituto Nazionale di Astrofisica)
- **MSSL** : Mullard Space Science Laboratory (London)
- **PSF** : Punkt-Verbreiterungsfunktion (Point Spread Function)
- **RAVE** : Radial Velocity Experiment
- **RVS** : Radialgeschwindigkeits-Spektrometer (Radial Velocity Spectrometer)
- **SDSS** : Sloan Digital Sky Survey
- **TWP** : Top-level Arbeitspaket (Top-level Workpackage)
- **WP** : Arbeitspaket (Workpackage)
- **ZAH** : Landessternwarte Heidelberg

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Abschlussbericht
3. Titel „GAIA: Datenauswertung des Radialgeschwindigkeitsspektrometer-Instruments“	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Steinmetz, Matthias; Janßen, Katja; Gerssen, Joris; de Jong, Roelof.	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.04.2011
	6. Veröffentlichungsdatum
	7. Form der Publikation
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Leibniz-Institut für Astrophysik (AIP) An der Sternwarte 16 14482 Potsdam	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen *) 50 QG 0701
	11. Seitenzahl Bericht 18 (inkl. Anhänge)
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben
	14. Tabellen
	15. Abbildungen
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung	
<p>Die Gaia-Mission ist das sechste grundlegende ESA-Projekt mit einem voraussichtlichen Abschluss Mitte des Jahres 2013. Das Hauptziel des Projektes ist es, sehr genaue astrometrische Messungen für eine Milliarde von Sternen und Radialgeschwindigkeiten für 150 Millionen von Sternen erheben zu können. Diese Messungen erlauben eine genaue 3-D-Kartierung der Sterne der Milchstraße bezüglich ihrer Position, Umlaufgeschwindigkeit und chemischen Entwicklung. Die Messungen sind für das Verständnis der Entstehung unserer eigenen Galaxie von fundamentaler Wichtigkeit und werden zudem kein anderes Feld der Astronomie unberührt lassen.</p> <p>Um das enorme Datenaufkommen zu bewältigen, wurde das „Gaia Data Processing and Analysis Consortium“ (DPAC), ein Konsortium aus mehr als 400 Wissenschaftlern und IT-Spezialisten, gegründet. DPAC hat neun koordinierende Abteilungen (Coordinating Units, CUs), die an unterschiedlichen Aspekten des Datenflusses arbeiten.</p> <p>Das AIP war mit CU6 betraut, der Software für den Radial Velocity Spectrometer (RVS). Die Arbeit konzentrierte sich hier maßgeblich auf zwei Aspekte: Die Modellierung des Himmelshintergrunds und die „First Look“-Analyse. Da die Datenentwicklung in DPAC in Halbjahres-Zyklen angelegt ist, hält die AIP-Softwareentwicklung mit der DPAC-Entwicklung</p>	

Schritt.

Für „First Look“ ist der Validierungscode für die „raw RVS“-Daten in die Produktionsumgebung implementiert und integriert worden. Die Software zur Analyse der täglichen durchschnittlichen RVS-Kalibrierung ist in einer CU6 Proto-Umgebung implementiert worden. Das Design dieser Proto-Umgebung ist modular, sodass es leicht in seine letztendliche Produktionsumgebung integriert werden kann.

Das Entwicklungsbestreben der Hintergrundmodellierung war auf Weisung des CU6 Managements auf die Modellierung der Effekte von Punktquellen konzentriert. Die Hintergrundmodellierung dieses Bereiches stellte sich als schwieriger heraus als erwartet, weshalb eigens dafür ein kompletter Spektral-Simulator konstruiert werden musste.

Die Grundstruktur für die Modellierung von Punktquellen wurde implementiert. Die Arbeit für spezielle Objekttypen (unaufgelöste Galaxien, Objekte des Sonnensystems) dauert jedoch immer noch an. Für eine erweiterte Hintergrundmodellierung wurden Anforderungen ausgearbeitet und benötigte Kataloge identifiziert.

In diesem Programm hat das AIP außerdem die Datenbank für bodenbasierte Sternenspektralbeobachtungen implementiert. Diese ist für die absolute Kalibrierung des radialen Geschwindigkeits-Nullpunktes des Gaia RVS notwendig.

19. Schlagwörter

20. Verlag

21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title „GAIA: Datenauswertung des Radialgeschwindigkeitsspektrometer-Instruments“	
4. author(s) (family name, first name(s)) Steinmetz, Matthias; Janßen, Katja; Gerssen, Joris; de Jong, Roelof.	5. end of project 30.04.2011
	6. publication date
	7. form of publication
8. performing organization(s) (name, address) Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam An der Sternwarte 16 14482 Potsdam	9. originator's report no.
	10. reference no. 50 QG 0701
	11. no. of pages 18 (incl. Annexes)
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references
	14. no. of tables
	15. no. of figures
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)	
18. abstract	
<p>The Gaia mission is the sixth ESA cornerstone project with a foreseen launch date of mid-2013. Its main goal is to obtain highly accurate astrometric measurements of a billion stars and radial velocities of 150 million stars, allowing accurate 3D mapping of the stars in the Milky Way in terms of position, velocity and chemical evolution. These measurements will be of fundamental importance to understand the formation of our own galaxy and will leave hardly any other field in astronomy unaffected.</p> <p>In order to process the enormous Gaia data flow a consortium was created with contributions from more than 400 scientists and IT-specialist, the Gaia Data Processing and Analysis Consortium (DPAC). DPAC has 9 Coordinating Units (CUs) working on separate aspects of the data pipeline. The AIP contributed with the current funds to CU6, the software for the Radial Velocity Spectrometer (RVS), where work was mainly concentrated on two aspects: the modeling of the sky background and the "First Look" analysis. The data development in DPAC is organized in half-year cycles, and the AIP software development has held pace with the DPAC development as a whole.</p> <p>For "First Look" the code to validate the raw RVS satellite data has been implemented and integrated in the production environment. The software to generate a daily average RVS calibration analysis has been implemented in a CU6 Proto-environment with a design that is modular, such that it can be easily integrated and modified into its final production</p>	

environment.

The development effort of the background modeling was, on request of CU6 management, concentrated on the modeling of the effect of point sources. The modeling of the point source background was more difficult than expected, as a full spectral simulator had to be created of the RVS. The main framework for modeling point sources was implemented, but work for some special types of objects (unresolved galaxies, Solar system objects) is still ongoing. For extended background modeling the requirements were developed and source catalogs needed for the modeling identified.

Within this program, the AIP also implement the database for the ground-based stellar spectral observations needed for the absolute calibration of the radial velocity zero-point of the Gaia RVS.

19. keywords

20. publisher

21. price