

Dr. R. Srama

**Max-Planck-Institute Nuclear Physics**

Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Germany

Tel. +49 6221 516423, Fax +49 6221 516324

Email: [ralf.srama@mpi-hd.mpg.de](mailto:ralf.srama@mpi-hd.mpg.de)



**Max-Planck-Institut  
für Kernphysik Heidelberg**

## **Missionsbetrieb und Datenauswertung des Staubdetektors auf CASSINI (CDA)**

*Abschlussbericht*

**500H9802**



<b>Datum:</b>	21. Nov 2004
<b>Dateiname:</b>	abschlussbericht-cassini.c.sxw
<b>Revision:</b>	1.0
<b>Projektleiter:</b>	Dr. R. Srama
<b>Principal Investigator</b>	Prof. E. Grün/Dr. R. Srama

## Inhaltsverzeichnis

<b>Missionsbetrieb und Datenauswertung des Staubdetektors auf CASSINI (CDA)</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Dokumentinformation</b> .....	<b>3</b>
Release Bemerkungen.....	3
Revisionen.....	3
<b>2 Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Das Staubexperiment Cosmic-Dust-Analyzer (CDA)</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Kalibration</b> .....	<b>10</b>
<b>5 Missionsbetrieb</b> .....	<b>13</b>
5.1 Kommandierung und Instrumentkontrolle.....	14
5.2 Flugsoftware .....	14
5.3 Software-Werkzeuge.....	17
<b>6 Wissenschaftsplanung</b> .....	<b>18</b>
<b>7 Interplanetare Messungen</b> .....	<b>22</b>
7.1 Messungen des interstellaren Staubes.....	22
7.2 Interplanetarer Staub.....	23
7.3 Der Jupitervorbeiflug.....	24
<b>8 Referenzen</b> .....	<b>30</b>
<b>9 Liste der Abkürzungen</b> .....	<b>32</b>

## 1 Dokumentinformation

### Release Bemerkungen

	Name	Function	Date	Signature
<b>Etabliert durch:</b>	Dr. R. Srama	Projektleiter	21. Nov 2004	
<b>Released by:</b>	Dr. R. Srama			

### Revisionen

Version	Date	Initials	Changed	Reason for Revision
0.3	2004-10-20	RS	Initial draft	new
1.0	2004-11-21	RS	all	finale Version

*Das Coverbild zeigt die Raumsonde Cassini in der Nähe des Mondes Enceladus, der als Quelle der Eispartikel im E-Ring des Saturn gilt.*

## 2 Einleitung

Im Jahre 1997 startete die Cassini/Huygens Sonde als gemeinsame Mission der Raumfahrtagenturen NASA und ESA mit dem Ziel, den Ringplaneten Saturn und seine Umgebung zu erforschen. Insgesamt zwölf Orbiterinstrumente und sechs Instrumente auf der Huygens-Sonde begannen eine sieben Jahre lange Reise, welche am ersten Juli 2004 bei einer Sonnenentfernung von fast 10 Erde-Sonne Abständen am Ziel ist. Dann beginnt die eigentliche und vier Jahre dauernde Erforschung des Saturnsystems mit seinen zahlreichen Monden (31 wurden bis zum Januar 2004 bereits entdeckt), seiner Magnetosphäre und seinem spektakulären Ringsystem. Dieses Ringsystem ist für die deutschen Wissenschaftler besonders interessant, denn Deutschland beteiligt sich unter anderem mit einem eigenständigen und vollwertigen Instrument, dem *Cosmic-Dust-Analyzer (CDA)*. Dieser Sensor kann sowohl interplanetaren Staub (kometaren und asteroidalen), als auch interstellarern Staub (also Staub, welcher unser Sonnensystem durchdringt und nicht seinen Ursprung in unserem Sonnensystem hat) mit großer Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit nachweisen. So können Partikel mit einer Geschwindigkeit von 5 Kilometern pro Sekunde und einer Masse von nur  $10^{-16}$  kg (dies entspricht einer Größe von einem zweitausendstel Millimeter) nachgewiesen werden. Neben der Teilchengeschwindigkeit (1-100 Kilometer pro Sekunde) und der Teilchengröße (10 Nanometer bis 100 Mikrometer) wird von dem Instrument auch die elektrische Ladung der Staubteilchen (1-100 Femtocoulomb) und ihre elementare Zusammensetzung bestimmt.

### 3 Das Staubexperiment Cosmic-Dust-Analyzer (CDA)

Die Staubwissenschaftler sind an einer gleichzeitigen Bestimmung der Partikeleigenschaften interessiert. Deshalb wurden drei Detektoren zum Dust-Analyzer (DA) kombiniert: Das Primärladungsgitter (QP), der Einschlags-Ionisations-Detektor (IID) und der Chemischer Analytator (CA). Fünf Jahre lang entwickelten, bauten und testeten die Wissenschaftler des Max-Planck-Institutes für Kernphysik (MPI-K) unter Leitung von Prof. E. Grün in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) aus Berlin-Adlershof das Experiment. Die Mechanik wurde vom Ingenieurbüro Pahl in München entworfen, und die deutsche Firma Phytron lieferte einen extrem leistungsarmen Schrittmotor für den instrumenteigenen Drehtisch. Die Universität Canterbury und das Rutherford Appleton Laboratory (RAL) in England beteiligten sich an dem CDA mit der Entwicklung des CA-Systems. Die von der NASA vorgegebenen Beschränkungen bzgl. Gewicht und elektrischer Leistung von 17 kg und 12 W für den CDA konnten trotz der Größe des Experimentes von 80 cm Höhe und einem Detektordurchmesser von 40 cm eingehalten werden. Abbildung 1 zeigt die 5,6 Tonnen schwere Cassini/Huygens Sonde und das daran befestigte CDA Experiment.

Ein eigener Mikrocomputer erlaubt über Monate hinweg autonome und zuverlässige Messungen. Eine spezielle von KCS GmbH, der Universität Mannheim und der Mannheimer Firma Helfert-Informatik entwickelte Ada-Software ermöglicht ein flexibles Prozessieren, internes Speichern und Komprimieren der Daten, bevor sie mit 500 Bit pro Sekunde an das Computersystem von Cassini weitergeleitet werden. In den Datenstrom fließen auch die Daten des von der Universität Chicago entwickelten Nachbarexperimentes High-Rate-Detektor (HRD) ein. Die wissenschaftliche Planung und Datenanalyse, aber auch der Missionsbetrieb einschließlich aller Uplink- und Downlinkaktivitäten erfolgt am MPI-K mit finanzieller Förderung des DLR. Das MPI-K arbeitet eng mit dem Cassini-Projekt am Jet Propulsion Laboratory in Pasadena/Los Angeles (USA) und den 25 beteiligten Co-Investigatoren aus sieben Ländern zusammen. Seit 1999 arbeitet das CDA Experiment erfolgreich im interplanetaren Raum und liefert ständig faszinierende Daten zur Erde, die den Staubwissenschaftlern bereits viele neue Entdeckungen und Ergebnisse brachten.