

Facharbeit

im Seminarfach Astronomie



Auf dem Weg zum Kometen

Die Mission Rosetta

Leon Aleithe

Seminarfach Astronomie, Herr Riemer

Bramsche, am 17. März 2015

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	2
2. Planung	2
2.1 Idee und Beginn	2
2.2 Namengebung	3
2.3 Ziele der Mission	4
3. Verlauf der Mission	4
3.1 Aufbau der Raumsonde Rosetta	4
3.2 Solarbetrieb und dessen Probleme	5
3.3 Technische Systeme	6
3.3.1 ALICE	7
3.3.2 COSIMA und ROSINA	7
3.3.3 MIDAS	8
3.3.4 OSIRIS	8
3.3.5 RPC und GIADA	8
3.3.6 RSI	9
3.3.7 VIRTIS	9
3.3.8 CONSERT	10
3.4 Landeeinheit „Philae“	10
3.5 Wahl des Kometen und dessen Eigenschaften	12
3.6 Flugverlauf	13
3.6.1 Start der Mission	13
3.6.2 Streckenverlauf	14
3.6.3 Besondere Ereignisse und Stationen	14
4. Medienarbeit	15
4.1 Mediales Interesse	15
4.2 Internetauftritt der ESA	15
5. Ausblick und Fazit	16
6. Versicherung zur selbstständigen Erarbeitung	18
7. Einverständniserklärung zur Veröffentlichung	18
8. Literatur- und Quellenverzeichnis	19

1. - Einführung

„Premiere im Weltall: Erstmals in der Geschichte der Raumfahrt ist die Landung mit einem Mini-Labor auf einem Kometen gelungen. Zehn Jahre, acht Monate und zehn Tage nach dem Raketenstart setzte mehr als eine halbe Milliarde Kilometer von der Erde entfernt das Landegerät „Philae“ auf „67P/Tschurjumow-Gerassimenko“ auf“.¹

Die Nachricht dieses Ereignisses verbreitete sich in vielen Medien rund um die Welt am 12. November 2014. An diesem Tag setzte der Lander „Philae“, eine Raumsonde der European Space Agency (ESA), auf dem Kometen „Tschurjumow-Gerassimenko“ auf. Zusammen mit der Raumsonde „Rosetta“ war der Lander schon seit fast zehn Jahren im Weltall auf der Reise zu seinem Ziel unterwegs.²

Doch was veranlasste zahlreiche Wissenschaftler, Experten und Astronomen, ein solch umfangreiches Projekt wie die „Mission Rosetta“ anzugehen? Welche Planungsschritte waren nötig, damit die Raumsonde ihr Ziel erreicht und Forschungsergebnisse liefern kann? Über welche Technik verfügt die Sonde und warum sollte es ausgerechnet der Komet „Tschurjumow-Gerassimenko“ sein?

Im Folgenden werde ich auf diese Fragen eingehen, spannende Antworten darlegen und zeigen, welche bisherigen Ergebnisse die „Mission Rosetta“ gezeigt hat.

2. - Planung

2.1 - Idee und Beginn

Schon vor über 20 Jahren begann die Entwicklung für das Projekt der „Mission Rosetta“. Damals befassten sich viele Wissenschaftler verschiedener Organisationen mit dem Beginn des Lebens auf der Erde.

1 Neue Osnabrücker Zeitung NOZ, Pressemitteilung vom 12.11.15

2 Europäische Raumfahrtorganisation ESA, „Die Rosetta-Kometenmission im Überblick“

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

Die damalige Idee bestand darin, ein mobiles Labor auf einem Kometen weit entfernt von der Erde im All zu stationieren, um Proben des Materials zu untersuchen und ein eventuelles Ergebnis mit dem Beginn des Lebens auf der Erde zu verbinden. Der eigentliche Start der Mission geschah allerdings deutlich später, da zunächst viele technische Instrumente entwickelt, gebaut und getestet werden mussten, um den extremen Anforderungen im Weltall zu entsprechen. Hauptanteile bei der Entwicklung dieser Instrumente hatte Deutschland, das auch zusammen mit der ESA als federführend in diesem Projekt mitwirkt. Zusätzlich sind auch viele andere Staaten an der Mission beteiligt, so zum Beispiel einige europäische, sowie nordamerikanische Länder. Ebenso trägt die NASA (National Aeronautics and Space Administration, USA) einen Anteil. Die Ergebnisse der Mission wurden zum einen an Forschungsinstitute, zum anderen aber auch an private Unternehmen weitergegeben.¹

2.2 - Namensgebung

Passend zum erhofften Ergebnis der Mission wurden auch die Namen der Raumsonden gewählt. Um eine Verbindung mit dem voraussichtlichen Ziel herzustellen, wurden für „Rosetta“ und „Philae“ Namen ägyptischer Orte gewählt, die einen wichtigen Bezug zur Entzifferung der ägyptischen Hieroglyphen darstellen. In der ägyptischen Hafenstadt Rosette wurden wichtige Entdeckungen zur Entzifferung der Hieroglyphen gemacht, so fand man den „Stein von Rosette“. Das Landegerät „Philae“ wurde nach der Insel Philae im Nil benannt, auf der die Entdeckung des „Obeliskens von Philae“ für Forscher einen wichtigen Beitrag zur Entzifferung der Hieroglyphen darstellt, um letztendlich die ägyptische Geschichte rekonstruieren zu können. Somit erscheint die Namensgebung schlüssig, da, ähnlich wie bei den Hieroglyphen, die Entzifferung des Anfangs des Lebens auf der Erde für viele Wissenschaftler schon seit Jahren ein weites Forschungsgebiet darstellt.²

1 Europäische Raumfahrtorganisation ESA, „Die Rosetta-Kometenmission im Überblick“

2 „Astronews“ - „Kometen-Lander heißt jetzt Philae“; Fraunhofer Institut, „Interview“

2.3 - Ziele der Mission

Wie schon festgestellt, bestand und besteht das Hauptziel der Mission in der Entschlüsselung des Beginns des Lebens auf der Erde. Durch Untersuchungen der Gesteinsproben eines Kometen sollten verschiedene Stoffe gefunden werden, die maßgeblich zum Beginn des Lebens auf unserem Planeten beigetragen haben. So erhoffte man sich außerdem Hinweise zu finden, die auf die Entstehung des Sonnensystems Rückschlüsse ziehen lassen, um dessen Aufbau und Entwicklung besser verstehen zu können. Wichtig war es außerdem, die grundsätzliche Beschaffenheit des Kometen zu analysieren, sowie herauszufinden, welche chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser aufweist.¹

3. - Verlauf der Mission

3.1 - Aufbau der Raumsonde Rosetta

Der Weltraum bietet für Raumsonden schwierige Bedingungen, die allerdings auf der Erde zumindest teilweise nachgestellt werden können, um die Technik selbst bei widrigen Bedingungen prüfen zu können. Das größte Problem stellte für die Wissenschaftler die weite Entfernung zur Sonne dar, da so die Stromerzeugung zur Nutzung der technischen Geräte der Sonde durch zu gering ausfallende Solarenergie ausfallen könnte. Ein weiteres Problem bestand im Antrieb der Sonde, da dieser Treibstoff benötigt, für den wiederum Treibstoff benötigt wird, und somit immer ein „Energieverlust“ vorhanden ist. Deshalb wurde bei der Material- und Techniksuche ganz bewusst auf schon vorhandene und bewährte sowie möglichst günstige Produkte hoher Wert gelegt.²

Die Hauptsonde „Rosetta“ weist eine Länge von 2,8 Metern, eine Breite von 2,1 Metern und eine Höhe von 2 Metern auf, außerdem wiegt die Sonde 2,8 Tonnen. Diese Größe ist in etwa vergleichbar mit der eines

1 Europäische Raumfahrtorganisation ESA, „Auf der Suche nach der Urmaterie“

2 Europäische Raumfahrtorganisation ESA, „Rosetta verwendet Technik vom Feinsten“

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

Kleinwagens. Die Sonde besteht aus einer leichten Aluminiumstruktur, um möglichst viel Gewicht einsparen zu können. Die rund 2,8 Tonnen Gewicht gliedern sich zum einen in etwa 1,6 Tonnen Treibstoff, bestehend aus Stickstofftetroxid und Monomethylhydrazin, die typische Treibstoffe für Raumfahrzeuge darstellen, sowie etwa 100 Kilogramm für die Landeeinheit „Philae“. Den Rest des Gewichts, etwa 1,1 Tonnen, macht die Raumsonde „Rosetta“ selbst aus, da sie, als größten Gewichtsfaktor, zahlreiche Instrumente zur Erforschung des Weltalls und vor allem des Kometen mit sich trägt. Außerdem trägt die Sonde eine Funkantenne zur Datenübermittlung sowie einige Sender und Computer mit sich. Angetrieben und vor allem stabilisiert wird die Sonde durch ein Haupttriebwerk, sowie 24 kleineren Triebwerken. Jedes der Triebwerke erzeugt rund 10 Newton Schub. Vergleichbar ist dies mit der Kraft, die ein Mensch auf der Erde benötigt, um einen Liter Wasser zu halten.¹

3.2 - Solarantrieb und dessen Probleme

Mit Strom versorgt wird die Sonde durch zwei Solarpanele, die jeweils eine Breite von etwa 2,3 Metern und eine Länge von etwa 14 Metern aufweisen. Den Strom benötigt die Sonde, um zum einen den kalten Temperaturen des Weltraumes Widerstand leisten zu können und zum anderen, um Signale und Forschungsergebnisse an das Kontrollzentrum auf der Erde senden zu können. Weiterhin benötigen auch die zahlreichen wissenschaftlichen Instrumente elektrische Energie, um ihre Arbeit durchführen zu können. In Erdnähe würden diese Solarpanele bei der vorherrschenden Solarkonstante von 1367 Watt pro Quadratmeter eine elektrische Leistung von rund 87 Kilowatt produzieren. Da sich die Sonde allerdings in über 500 Millionen Kilometern Abstand zur Erde, dies entspricht etwa dem Abstand zwischen Sonne und den Umlaufbahnen der Planeten Mars und Jupiter und über 350 Millionen Kilometern Abstand zur Sonne befindet, ist es schlüssig, dass die Solarpanele dort deutlich weniger Leistung erbringen

¹ Europäische Raumfahrtorganisation ESA, „Rosetta verwendet Technik vom Feinsten“

können. In diesem Abstand zur Sonne entspricht die Energie, die pro Quadratmeter auf die Solarpaneele auftrifft, weniger als 40 Watt. Während ihrer Reise zum Kometen „Tschurjumow-Gerassimenko“ hatte die Sonde teilweise einen Abstand von fast 600 Millionen Kilometern zur Sonne. In dieser Entfernung tendiert die Solarenergie in einen so geringen Bereich, dass die Leistung der Solarpaneele gerade ausreicht, um die Sonde vor dem Unterkühlen zu schützen und die notwendigsten und wichtigsten Computersysteme funktionieren zu lassen. Für diesen „Not-Betrieb“ wird eine Leistung von rund 250 Watt benötigt. Diese Leistung entspricht der, die ein kleines Notebook verbraucht. Dieser Wert zeigt, wie gut sich die Entwickler des Projekts auf die Bedingungen des Weltraumes vorbereitet haben. Wenn „Rosetta“ Signale an die Erde senden soll, so beträgt der Energieumsatz schon rund 400 Watt, sollen auch die wissenschaftlichen Instrumente arbeiten, beträgt der Umsatz annähernd eine Kilowattstunde. Insgesamt hat die Stromversorgung durch Solarpaneele während der Mission immer wieder zu Energieengpässen geführt, weshalb zum einen ein „Winterschlaf“ der Sonde gehalten werden musste, zum anderen aber auch die wissenschaftliche und experimentelle Arbeit in Verzögerungen kam.¹

3.3 - Technische Systeme

Um die Arbeit der Raumsonde „Rosetta“ dokumentieren und überhaupt erst zu ermöglichen, benötigte die Sonde zahlreiche Mess- und Dokumentationsinstrumente, die die Ergebnisse an die Erde übermitteln konnten und auch weiterhin könnten. Wie auch bei Entwicklung und Bau „Rosettas“ galt hier eine wichtige Regel: Einen möglichst großen und effizienten Nutzen bei möglichst kleiner Größe und niedrigem Gewicht zu erzielen.

In diesem Kapitel werden die Instrumente in einem übersichtlichen und knappen Rahmen dargestellt. Eine tiefere Analyse sowie weitere Beschrei-

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Rosetta in Zahlen - Technische Daten und Missionsverlauf“

bungen wären zwar möglich, würden an dieser Stelle jedoch zu weit führen. Trotzdem sind alle Instrumente der Raumsonde zu nennen, da dies dem besseren Verständnis der Funktion der Raumsonde bildet und da die Instrumente den maßgeblichen und wichtigsten Teil für ein auswertbares Ergebnis erbringen.

3.3.1 - ALICE

Bei dem „Alice-System“ handelt es sich um ein Ultraviolettspektrometer, das auf dem Kometen und in dessen Umgebung nach Edelgasen, wie beispielsweise Argon, Neon oder Xenon suchen soll. Für Wissenschaftler liefern die Häufigkeiten und das Auftreten dieser Edelgase Aufschluss über die Entstehung des Kometen. Außerdem ermittelt das System, ob, und wenn ja, Wasser oder Kohlenstoffdioxid in der Umgebung und dem Schweif des Kometen auftreten. Weiterhin ist „ALICE“ eines von drei Systemen, das von der NASA entwickelt wurde und sich in ähnlicher Form auch in anderen Missionen bewährt hat.¹

3.3.2 - COSIMA und ROSINA

Bei „COSIMA“ („Cometary Secondary Ion Mass Analyser“, zu Deutsch „Zweites kometares Ionenmassenspektrometer“) und „ROSINA“ („Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis“, zu Deutsch „Massenspektrometer zur Analyse von Ionen und neutralen Teilchen der Raumsonde Rosetta“) handelt es sich, um Massenspektrometer, die die Massen der Ionen des Kometen messen. Bei dem „Rosina-System“ handelt es sich um ein Massen-spektrometer, das zum einen die Beschaffenheit der Ionen, zum anderen aber auch die neutralen Gasteilchen untersucht. Das „Cosima-System“ untersucht die Beschaffenheit des Staubes des Kometen mit Hilfe eines Massenspektrometers und eines Kamerasystemes.²

1 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Rosetta in Zahlen - Technische Daten und Missionsverlauf“; Wikipedia, „Raumsonde Rosetta“

2 Ebenda

3.3.3 - MIDAS

Bei „MIDAS“ („Micro-Imaging Dust Analysis System“, zu Deutsch „Mikroabbildendes System zur Staubanalyse“) handelt es sich um ein Mikroskop, das die kleinen Staubpartikel des Kometen und dessen Schweifes untersucht und dabei die Strukturen, Formen und Verteilung des Staubes mit Hilfe einer dreidimensionalen Darstellung abbildet.¹

3.3.4 - OSIRIS

„OSIRIS“ („Optical, Spectroscopic and Infrared Remote Imaging System“, zu Deutsch „System zur optischen-, spektroskopischen- und Infrarotabbildung“) ist eines der bedeutendsten Instrumente an Bord der Raumsonde „Rosetta“. Bei diesem System handelt es sich um eine Kamera, die Aufnahmen aus der Entfernung vom Kometen macht, um diesen optisch darzustellen, eine Art Karte der Kometenoberfläche zu erstellen und sie wurde eingesetzt, um mögliche Landeplätze für die Landeeinheit „Philae“ auszuarbeiten.²

3.3.5 - RPC und GIADA

„RPC“ („Rosetta Plasma Consortium“, zu Deutsch „Zusammenschluss zur Untersuchung des Kometenplasma der „Mission Rosetta“, es handelt sich dabei um viele Systeme, die den Kometen untersuchen und in einem Begriff verbunden sind“) und „GIADA“ („Grain Impact Analyse“, zu Deutsch „Analyse zum Einfluss der Staubteilchen“) untersuchen vorwiegend die Koma.³ Durch verschiedene Spektrometer werden auftreffende

1 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Rosetta in Zahlen - Technische Daten und Missionsverlauf“; Wikipedia, „Raumsonde Rosetta“

2 Ebenda

3 Begriffserläuterung „Koma“: „Wenn ein Komet auf dem Weg nach innen [in Richtung der Sonne] die Bahn des Jupiter in rund 780 Millionen Kilometern Sonnenabstand überquert, beginnt das Wassereis unter der Wärmeeinstrahlung zu verdampfen. Es entstehen Gas-Jets, die auch Staubteilchen von der Kometenoberfläche mitreißen. [...] Die freigesetzte Materie bildet eine Ausgedehnte Gashülle, genannt Koma, um den Kern. Sie wirkt wie ein leuchtender „Helm“.“ Aus „Reise durch das Universum“, 1992 (siehe Endnote)

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

Staubteilchen in Größe und Gewicht vermessen. Zusätzlich werden absolute Mengenzahlen sowie Auftreffgeschwindigkeiten der Staubkörner gemessen. Mit diesen Angaben soll errechnet und gemessen werden, in welchem Umfang die Koma besteht und wie groß der Verlust von Staub und Wasser ist.¹

3.3.6 - RSI

Bei „RSI“ („Radio Science Instrument“, zu Deutsch „Wissenschaftliches Funkinstrument“) handelt es sich um ein Kommunikations- und Funkinstrument, das durch Aussenden und Empfangen bestimmter Frequenzen die Größe, die Bewegung und die Position des Kometen bestimmen kann. Insbesondere wird das Instrument zur Vermessung des Kometen genutzt und zur Verteilung der Massen in und um den Kometen.²

3.3.7 - VIRTIS

Das Instrument „VIRTIS“ („Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer“, zu Deutsch „Sichtbar- und infrarotabbildendes Spektrometer“) ist ein System, das durch Infrarotspektroskopie weitere Informationen zum Aufbau des Kometen gibt. In Zusammenarbeit mit anderen Systemen, besonders dem „Osiris-System“ ist „VIRTIS“ eines der wichtigsten Instrumente zur Analyse, vor allem allerdings zum Finden eines geeigneten Landplatzes für die Landeeinheit „Philae“. Zu diesem Zweck werden besondere Aufnahmen in verschiedenen Formen von dem Kometen gemacht, um so einen bestmöglichen Landeplatz zu finden.³

1 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Rosetta in Zahlen - Technische Daten und Missionsverlauf“; Wikipedia, „Raumsonde Rosetta“

2 Ebenda

3 Ebenda

3.3.8 - CONSERT

„CONSERT“ („Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission“, zu Deutsch „Experiment zur Untersuchung des Kometenkernes durch Radiowellenübertragung“) arbeitet mit der Landeeinheit „Philae“ zusammen. Durch Aussenden von Radiowellen durch das „Consert-System“, die den Kometen auf Grund dessen geringer Größe nahezu vollständig durchfließen, ist es der Landeeinheit „Philae“ möglich, diese wiederum zu empfangen, auszuwerten und wieder an „Rosetta“ zurückzusenden. Da sich die Sonde um den Kometen bewegt, ist es durch diese Methode möglich, ein dreidimensionales Bild des Kometen zu erarbeiten und auch in Ansätzen zu erkennen, welche Stoffe und Materialien sich im Innern des Kometen befinden, da unterschiedliche Stoffe die Radiowellen unterschiedlich stark streuen oder abschwächen.¹

3.4 - Landeeinheit „Philae“

Anders als die Raumsonde „Rosetta“ erforscht „Philae“ die Eigenschaften des Kometen direkt auf diesem. Die Landeeinheit ist ähnlich einem Würfel der Kantenlänge von einem Meter aufgebaut und somit bedeutend kleiner als „Rosetta“ selbst. „Philae“ untersucht vorwiegend die Kometenoberfläche und arbeitet mit ähnlichen Systemen wie „Rosetta“, so werden beispielsweise auch der Staub des Kometen oder dessen Kern näher analysiert. „Philae“ arbeitet dabei auch mit der Sonde „Rosetta“ zusammen, so gibt es das „Consert-System“, das mit Hilfe von Radiowellen den Kometenkern untersucht und zur Datenübermittlung „Philae“ benötigt.

Am 12. November 2014 wurde die Landeeinheit auf dem Zielkometen „Tschurjumow-Gerassimenko“ abgesetzt. Dieses Ereignis stellte einen zentralen und wichtigen Punkt der Mission dar, da zum einen zum ersten Mal in der Geschichte der menschlichen Raumfahrt ein Labor auf einem Kometen abgesetzt wurde und zum anderen so eine zentrale Etappe der Mission

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Rosetta in Zahlen - Technische Daten und Missionsverlauf“; Wikipedia, „Raumsonde Rosetta“

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

erreicht wurde, ohne die die genaue Analyse des Kometen undenkbar gewesen wäre.

Schon zu Anfang stellte für die Entwickler und an dem Projekt arbeitenden Wissenschaftler die Landung der Landeeinheit ein großes Problem dar, da die Gravitation des Kometen so gering ist, dass bei einer zu hohen Auftreffgeschwindigkeit der Landeeinheit „Philae“ diese wieder in den Weltraum zurück fliegen würde und somit nicht mehr landen könnte. Deshalb dauerte das Aufsetzen der Landeeinheit auf dem Kometen mehrere Stunden, da die Auftreffgeschwindigkeit etwa 1 m/s betragen musste.

Die Wissenschaftler entwickelten zum Zwecke der sicheren Landung der Landeeinheit zum einen eine Gasdüse, die die Landeeinheit auf dem Kometen anpresse sollte und so ein Abprallen verhindern sollte und zum anderen eine Art Harpune, die beim Aufsetzen in den Kometen geschossen werden, sich dort verhaken und somit „Philae“ fixieren sollte. Diese Harpune musste bei zahlreichen Versuchen auf der Erde einige Male angepasst werden, um die Landeeinheit zu stabilisieren. Für die Wissenschaftler stellte die extrem geringe Gravitation des Kometen, die etwa ein Hunderttausendstel der Gravitation der Erde beträgt, zunächst ein größeres Problem dar, das sie mit Hilfe der beiden Systeme zu umgehen versuchten.

Bei seiner Landung setzte die Landeeinheit „Philae“ gleich mehrere Male auf, da das Harpunen-System nicht ausgelöst hatte. Trotzdem konnte „Philae“ sicher fixiert werden, damit das Labor seine Arbeit aufnehmen konnte.¹

Die Stromversorgung der Landeeinheit ist ähnlich der, die auch Rosetta nutzt. Für die ersten Stunden hatte „Philae“ eine nicht aufladbare Batterie an Bord, zur weiteren Stromversorgung sollten ebenfalls Solarmodule dienen.

Bei der Auswahl des Landeplatzes wurden verschiedene Faktoren berücksichtigt, unter anderem, wie lange die Landeeinheit von der Sonne bestrahlt und somit Strom zum Arbeiten hat. Außerdem wurde Wert auf einen siche-

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Instrumente des Philae-Landers“

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

ren Landeplatz gelegt, an dem die Einheit mit ihren Landeinstrumenten optimal landen könnte. Dieser durfte somit weder zerklüftet, noch zu uneben oder abschüssig sein. Zum Zwecke der Landung standen zahlreiche Landemöglichkeiten zur Verfügung, die auch mit Hilfe der Daten von „Rosetta“ ausgesucht wurden. Nach einem Auswahlverfahren blieben zwei Landeplätze in engerer Auswahl, bis sich die ESA für Landeplatz „J“ entschied, da dieser optimalerweise etwa sieben Sonnenstunden je Kometentag aufweisen sollte und zudem den sichersten Landeplatz darstellen sollte.¹

Nach der Landung stellte sich heraus, dass die ankommende Sonnenenergie deutlich geringer ausfiel als erwartet. Pro Kometentag scheint die Sonne nur etwa eineinhalb Stunden, sodass die Energie nicht ausreicht, um die Instrumente über die Lebensdauer der Batterie hinaus nutzen zu können, weshalb „Philae“ seine Arbeit nach rund zwei Tagen und acht Stunden einstellen musste. Trotzdem ergab die Arbeit des Labors wichtige und auch erhoffte Ergebnisse für die Wissenschaftler auf der Erde, es wurden etwa 80% des geplanten Zieles der Erforschung erreicht.²

3.5 - Wahl des Kometen und dessen Eigenschaften

Ursprünglich sollte die „Mission Rosetta“ ein Jahr früher starten, als sie es tat. Der geplante Starttermin der Rakete, die die Sonde in den Weltraum bringen sollte, war der 13. Januar 2003, der jedoch verschoben werden musste, da es Probleme mit „Ariane 5“, der Trägerrakete für „Rosetta“ und einer häufig eingesetzten Rakete der ESA, gab. Der Start einer vorher genutzten Testrakete war am 11. Dezember 2002 missglückt, da ein Triebwerksfehler vorlag, der dazu führte, dass sich die Rakete selbst sprengte.³

Das zu diesem Zeitpunkt anvisierte Ziel, der Komet „46P/Wirtanen“, der mit einem Durchmesser von rund 700 Metern bedeutend kleiner ist, als das

1 Wikipedia, „Raumsonde Rosetta“, „Raumsonde Philae“

2 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Rosetta in Zahlen - Technische Daten und Missionsverlauf“

3 Europäische Raumfahrtorganisation ESA, „Die Ariane 5: Der neue Standardträger“

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

neue Ziel, war nicht mehr zu erreichen, weshalb die Wissenschaftler der ESA nach einem neuen Ziel suchten mussten.¹

Als Alternative zum vorherigen Zielkometen wurde nun „67P/Tschurjumow-Gerassimenko“ ausgewählt, der 1969 vom Astronomen Klym Tschurjumow entdeckt worden war. Es galt, einen relativ kleinen Kometen zu finden, da das Konzept der „Mission Rosetta“ darauf beruhte, auf einem solchen seine wissenschaftlichen Arbeiten durchzuführen. „Tschurjumow-Gerassimenko“ hat einen Durchmesser von rund fünf Kilometern, weist eine Dichte von etwa 300 Kilogramm je Kubikmeter auf und umrundet die Sonne einmal in sechs Jahren und 203 Tagen.²

3.6 - Flugverlauf

3.6.1 - Start der Mission

Wichtig für den grundsätzlichen Start der Mission war es, dass die ESA das Projekt zunächst im November 1993 beschlossen hatte. Ursprünglich wollte die ESA mit der NASA eng zusammenarbeiten, das Projekt der Zusammenarbeit wurde jedoch nahezu komplett eingestellt.

Nach langer Vorbereitung und intensiver Forschung zum Verhalten der verschiedenen Komponenten im Weltraum, nach Analyse von möglichen Problemen und Einplanung einiger Notfallpläne, startete die „Mission Rosetta“ am 2. März 2004 um 8:17 Uhr MEZ³ vom Weltraumzentrum Kourou in Französisch-Guayana. Ihre Trägerrakete „Ariane 5G+“ brachte sie auf dem Weg durch den Weltraum aus dem stärkeren Gravitationsraum der Erde, sodass die Sonde sich nun allein im Weltraum fortbewegen konnte.⁴

Gesteuert wird die Raumsonde aus dem „European Space Operations Centre“, dem „Europäischen Raumfahrtkontrollzentrum“ der ESA in Darmstadt. Dort werden auch zunächst die Daten der Raumsonde zusam-

1 Focus Online, „Rosetta liefert erste Messergebnisse“

2 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Das Ziel der Rosetta-Mission“

3 Anmerkung MEZ: Mitteleuropäische Zeit

4 Wikipedia, „Raumsonde Rosetta“

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

men getragen, bis sie an die staatlichen und privaten Kunden und Forschungsinstitute weitergegeben werden.

3.6.2 - Streckenverlauf

„Rosetta“ musste zum Erreichen ihres Zieles eine deutlich höhere Geschwindigkeit erreichen, als sie mit der Trägerrakete hätte erreichen können, weshalb sie einige „Swing-By-Manöver“¹ durchgeführt wurden. Diese bestehen darin, dass die Sonde um die Erde oder den Mars herum fliegt und dabei durch die Gravitation der Planeten an Geschwindigkeit gewinnt. An der Erde ist „Rosetta“ zum ersten Mal am 4. März 2005 vorbeigeflogen, worauf zwei Jahre später, am 25. Februar 2007 ein Flug um den Mars folgte. Ein zweites Mal umkreiste die Sonde die Erde am 13. November 2007, um am 5. September 2008 am Asteroiden „Steins“ in etwa 800 Kilometern Entfernung vorbeizufiegen. Diesen Vorbeiflug hat Rosetta mit Hilfe der Kamerasysteme dokumentiert. Der dritte und letzte Vorbeiflug an der Erde folgte am 13. November 2009, danach ging es in Richtung des Zielkometen. Die Flüge um die Planeten erfolgten in einigen wenigen tausend Kilometern Höhe, mit jedem Vorbeiflug nahm die Sonde an Geschwindigkeit zu.

Die kleinste Entfernung zur Sonne werden der Komet und damit auch „Rosetta“ im August 2015 haben, der Abstand wird rund 180 Millionen Kilometer betragen. Laut Aussagen der ESA wird die Mission etwa zwölf Jahre dauern, demnach wird sie 2015 zu Ende gehen. Das geplante Ende wird im Dezember 2015 sein.²

3.6.3 - Besondere Ereignisse und Stationen

Neben den Manövern des Vorbeifluges um die Planeten Erde und Mars ist

- 1 Erläuterung: „Swing-By“, zu Deutsch „Gravitationsmanöver“ - Die Sonde wird durch die Gravitation eines großen Objektes im Weltraum beschleunigt.
- 2 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Rosetta in Zahlen - Technische Daten und Missionsverlauf“

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

vor allem der Winterschlaf ein zentrales Ereignis der Mission. Nach dem Vorbeiflug am 10. Juli 2010 an einem zweiten Asteroiden, „Lutetia“, begab sich Rosetta auf Grund des großen Abstandes zur Sonne am 8. Juni 2011 in einen „Winterschlaf“, da die Energie der Sonne lediglich ausreichte, um Funksignale zu senden und das System vor dem völligen Auskühlen zu schützen. Dieser Winterschlaf endete am 20. Januar 2014. Zunächst waren die Astronomen der ESA skeptisch, ob „Rosetta“ den Winterschlaf überstanden hatte, erfuhren jedoch um 10 Uhr MEZ, dass die bisherige Mission geglückt und „Rosetta“ aus dem Winterschlaf erwachte. Im Mai 2014 gelangte die Raumsonde in die Umlaufbahn des Kometen, rund 500 Millionen Kilometer von der Erde und etwa zehntausend Kilometer entfernt vom Kometen. Im August 2014 wurde eine Karte durch die gesendeten Daten der Instrumente erstellt, die in erster Linie dem Finden eines geeigneten Landplatzes für „Philae“ diente. Dieses zentrale Ereignis, die Landung von „Philae“ am 12. November 2014, stelle für Wissenschaftler und Astronomen ein wichtiges Ergebnis der Mission dar.¹

4. - Medienarbeit

4.1 - Mediales Interesse

Für lokale und internationale Medien spielte und spielt die „Mission Rosetta“ eine große Rolle. Die Mission wurde in den Medien als überwiegend positiv aufgenommen. Gerade für deutsche Medien spielt die Mission eine wichtige Rolle, da auf Grund der nahen Verbundenheit zum Kontrollzentrum in Darmstadt in Hessen ein hohes mediales Potential besteht.

4.2 - Internetauftritt der ESA

Nicht nur die ESA, auch andere Raumfahrtorganisationen nutzen das Inter-

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, „Rosetta in Zahlen - Technische Daten und Missionsverlauf“, Europäische Raumfahrtorganisation ESA, „Die Rosetta-Kometenmission im Überblick“

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

net als wichtiges Verbreitungsmedium für Informationen rund um die „Mission Rosetta“. So hat die ESA einen „Liveticker“ eigens für die Kometenmission erstellt, der täglich Statusmeldungen und Informationen rund um die Mission gibt. Darüber hinaus wird in zahlreichen sozialen Netzwerken geworben und informiert und es finden Veranstaltungen rund um die „Mission Rosetta“ statt.¹

5. - Ausblick und Fazit

Mit der „Rosetta-Kometenmission“ wollte die ESA der Erforschung des Lebens auf unserem Planeten nachgehen. Dieses Unterfangen hat Europa rund eine Milliarde Euro gekostet, den größten Anteil daran trug Deutschland mit etwa 290 Millionen Euro.

Mit „Rosetta“ und „Philae“ wurden einige wichtige Erkenntnisse gewonnen, die die ESA momentan noch nicht frei zugänglich gemacht hat und die für Forschungsarbeiten möglicherweise einen wichtigen Teil darstellen werden. Ich denke, dass die Erforschung des Weltraumes in Zukunft immer wichtiger werden wird, weshalb wir Europäer deutlich mehr Investitionen in die Raumfahrt tätigen sollten. Jeder Europäer zahlt umgerechnet jährlich einen kleinen zweistelligen Betrag, verglichen mit der USA, in denen etwa das vierfache Budget zu Verfügung steht, ein nicht besonders großer Teil.

Dennoch ist mit „Rosetta“ meiner Meinung nach ein wichtiger Teil der Raumfahrt vollbracht worden, da mit der Mission die Erforschung des Planeten Erde, vor allem allerdings die Erforschung des Weltraumes weiter voran gebracht wird. Wichtig ist die Arbeit der ESA ebenfalls, weil sie weitere Missionen plant, die dem Forschungszweck der Enthüllung des Weltraumes dienen werden.

„Philae“ soll seine Arbeit im Sommer 2015 noch einmal aufnehmen, wenn die Energie der Sonne ausreicht, um die Forschungsinstrumente arbeiten zu lassen und so weitere Ergebnisse auf die Erde zu senden.

¹ Europäische Raumfahrtorganisation ESA

Facharbeit Astronomie – Die Mission Rosetta

Bemerkenswert ist außerdem auch, dass die Entwickler und Wissenschaftler der ESA viele Probleme schon vorher kalkulieren konnten und es geschafft haben, eine Raumsonde zu bauen, die ihren Kurs so genau einhalten konnte, dass sie, wie vorher berechnet, am Kometen eingetroffen ist und auch Instrumente zu bauen und weiterzuentwickeln, die für das Gelingen der Mission besonders wichtig waren.

6. - Versicherung der selbständigen Erarbeitung und Anfertigung der Facharbeit

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt aus anderen Werken (auch aus dem Internet) entnommen wurden, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe. Verwendete Informationen aus dem Internet sind nach Absprache mit der Fachlehrerin bzw. dem Fachlehrer vollständig im Ausdruck zur Verfügung zu stellen.

Bramsche, den _____

Unterschrift der Schülerin / des Schülers

7. - Einverständniserklärung zur Veröffentlichung

Hiermit erkläre ich, dass ich damit einverstanden bin, wenn die von mir verfasste Facharbeit der schulinternen Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Bramsche, den _____

Unterschrift der Schülerin / des Schülers

8. - Literaturverzeichnis:

- Conlan, Roberta. Reise durch das Universum – Kometen, Asteroiden und Meteoriten. Time Warner Inc., USA, 1992.

8. - Quellenverzeichnis:

- www.astronews.com/news/artikel/2004/02/0402-005.shtml
- www.dlr.de/rb/desktopdefault.aspx/tabid-4539/7501_read-31766/
- www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10394/663_read-876/#/gallery/1866
- www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10724/1281_read-9509/#/gallery/13463
- www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10728/584_read-386/
- www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10733/1278_read-9199/#/gallery/16072
- [www.esa.int/ger/ESA_in_your_country/Germany/Die_Ariane_5_Der_neue_Standardtraeger/\(print\)](http://www.esa.int/ger/ESA_in_your_country/Germany/Die_Ariane_5_Der_neue_Standardtraeger/(print))
- www.esa.int/ger/ESA_in_your_country/Germany/Die_Rosetta-Kometenmission_im_Ueberblick
- [www.esa.int/ger/ESA_in_your_country/Germany/Hightech_im_Welt_all_-_Rosetta-Mission_verwendet_Technik_vom_Feinsten/\(print\)](http://www.esa.int/ger/ESA_in_your_country/Germany/Hightech_im_Welt_all_-_Rosetta-Mission_verwendet_Technik_vom_Feinsten/(print))
- www.focus.de/wissen/weltraum/wissenschaft-sonde-rosetta-liefert-erste-messergebnisse_id_4033306.html
- www.izfp.fraunhofer.de/de/FuE/rosetta.html
- www.noz.de/deutschland-welt/vermishtes/artikel/521799/landung-von-philae-auf-kometen-gelingt
- www.rosetta.esa.int
- [wikipedia.org/wiki/Philae_\(Sonde\)](http://wikipedia.org/wiki/Philae_(Sonde))
- [wikipedia.org/wiki/Rosetta_\(Sonde\)](http://wikipedia.org/wiki/Rosetta_(Sonde))