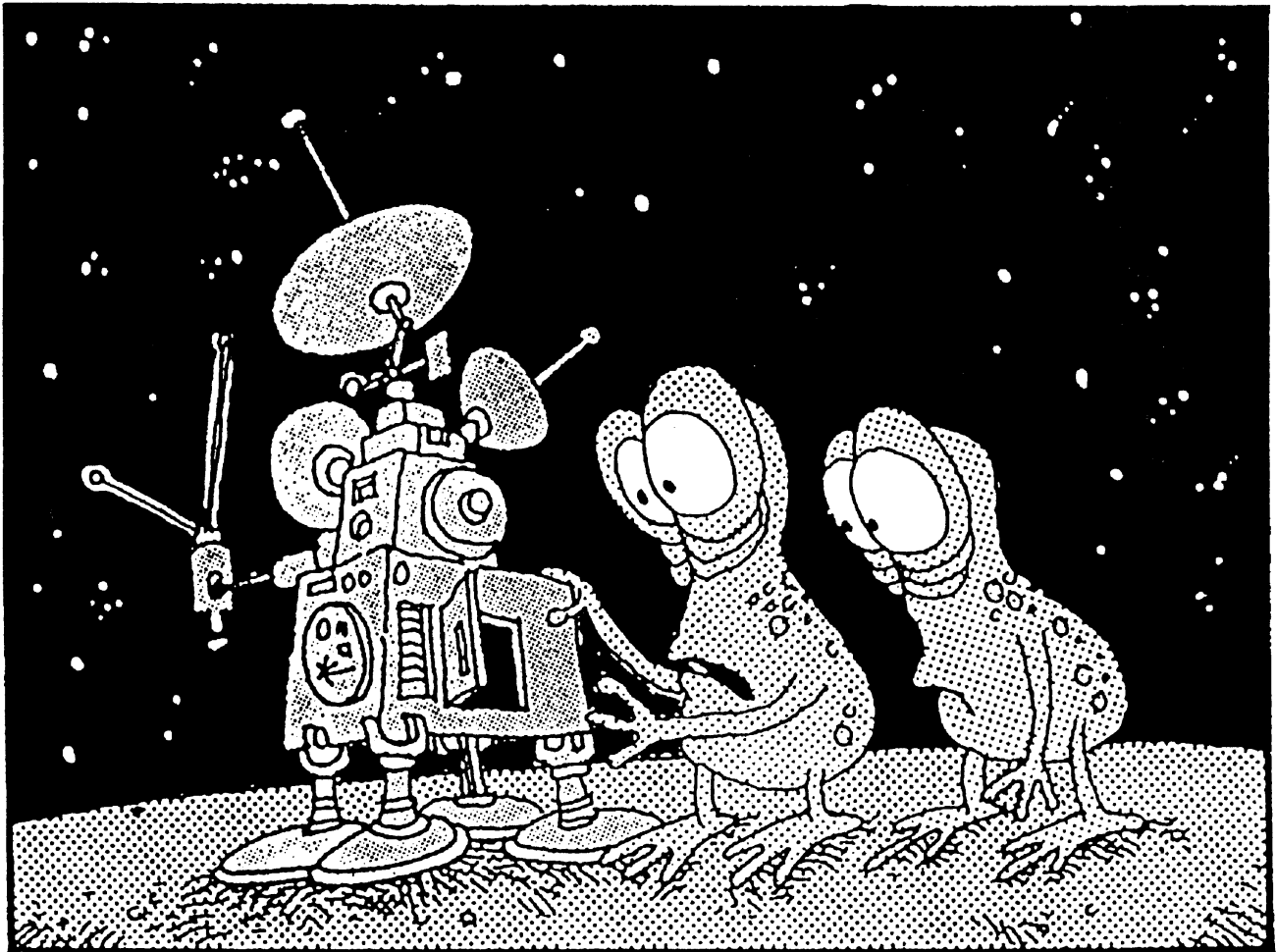


ganymed



„DAS IST WIEDER SO EINE LANGZEIT-WELTRAUMSONDE VON DER ERDE, DIE KONTAKT ZU DEN AUßERIRDISCHEN HERSTELLEN WILL. ICH WÜNSCHTE MIR NUR, DASS SIE ENDLICH MAL EINE E-MAIL-ADRESSE ANGÄßEN.“

(<http://ourworld.compuserve.com/homepages/schmidi/avwm.htm>)

Vorwort

Hallo Leute

Mittlerweile gibt es unsere Ganymed schon 20 Jahre. Es hat sich viel getan, vor allem in der Art wie sie erstellt wird.

Heute wird nicht mehr geschnitten und geklebt, heute wird gescannt und positioniert.

Früher wurden die Artikel am Redaktionstermin in den Computer getippt und mit einem Typenraddrucker ausgedruckt, heute erhalte ich die Artikel per Email und konvertiere sie ins Word 7.0 Format.

Damals wurde alles auf DIN A3 Seiten geklebt, auf DIN A4 verkleinert um die Qualität zu erhöhen, und mit diesen Vorlagen dann kopiert, heute ist die ganze Ganymed eine Datei, die ich als Spool-File ausdrücke und dann auf einem Zip-Medium zum Drucken bringe (OK, es ist noch ein Kopierer, aber was für einer!).

Heute stehen auch nicht mehr ein bis drei Leute im Laden, falten das Titelblatt heften die Ganymed mit Klammern und schneiden die überstehenden Ränder ab. Die Ganymed wird jetzt während des Drucks gebunden und erhält als Vorder- und Rückseite einen schicken 170 g/m² Karton.

Durch die neuen Verfahren ist die Qualität des Drucks sprunghaft angestiegen, es werden keine Bilder mehr einfach kopiert, und so habe ich in der letzten Ausgabe mal etwas mehr Bilder hineingepackt. Ich warte immer noch auf Feedback, ob das auch so ankommt.

Was bleibt ist unsere Ganymed, voll mit den Aktivitäten aus dem Verein, Absurdem, Interessantem und allem, wozu unser Verein ein Forum braucht (Was leider auch bleibt ist chronischer Artikelmangel). Viel Spaß mit dieser Ganymed und den Überraschungen der nächsten 20 Jahre wünscht Euch die Redaktion: Daniel, Schmidl und Thomas

Thomas, den 20. Dez. '97

Inhalt

Cassini - die letzte der großen Planetenmissionen? (von Hans-Peter Plott)	Seite 2
Rosetta - eine europäische Mission zum Kometen P/Wirtanen (von Detlef Koschny)	Seite 6
Die Arbeitsgruppe Sternbildaufnahmen (von Bruno Wagner)	Seite 15
Besuch der Volkssternwarte der VHS Buchloe (von Matthias Schneider)	Seite 16
Astroausflug der Sternwarte (von Michael Schmidhuber und Thomas Westphal)	Seite 18
Vereinsnachrichten (von der Redaktion)	Seite 20
Jahresplanung der AVWM für die erste Jahreshälfte 1998	Seite 21
Programm der Schulsternwarte des Max-Born-Gymnasium	Seite 22

Cassini - die letzte der großen Planetenmissionen?

von Hans-Peter Plott

Die Raumsonden Pioneer und Voyager lieferten zum ersten Mal spektakuläre Bilder der äußeren Planeten und ihrer Monde. Aber wie das in der Forschung so oft der Fall ist, ergaben sich aus den Ergebnissen der Missionen mehr neue Fragen als Antworten, auf die sich daraufhin das Interesse der Wissenschaftler konzentrierte. So bekam man zum Beispiel die Möglichkeit, die Atmosphäre des Saturnmondes Titan aus der Nähe zu betrachten, die undurchlässig ist und den Blick auf die Oberfläche des Mondes nicht freigibt. Anhand der chemischen Analyseergebnisse wurde vermutet, daß auf Titan chemische Prozesse im Gang sein könnten, wie sie sich auch vor Milliarden von Jahren auf der Erde vor der Entstehung des Lebens abgespielt haben könnten (die sogenannte "Ursuppe").

1982 wurde eine gemeinsame Arbeitsgruppe aus amerikanischen und europäischen Wissenschaftlern gebildet, die sich mit neuen, aufregenden Projekten beschäftigen sollte. Eine der dabei vorgeschlagenen Missionen war ein Flug einer Raumsonde zum Saturn und seinem Mond Titan. Vier Jahre später entstand eine ESA-Studie über eine Sonde, die in die Atmosphäre des Titan eindringen und auf dem Saturnmond landen soll.

Der offizielle Programmstart für dieses gemeinsam von NASA und ESA durchgeführte Projekt war 1990. Die Raumsonde für den Flug zum Saturn wurde dabei nach dem französisch-italienischen Astronomen *Jean-Dominique Cassini* (1626-1710), dem Entdecker der sogenannten Cassini-Teilung der Saturnringe sowie der Saturnmonde Iapetus, Rhea, Tethys und Dione, benannt. Der Lander, der von der ESA beigesteuert wurde, erhielt den Namen Huygens nach dem Holländer *Christian Huygens* (1629-1695), der den Saturnmond Titan entdeckte (und auch das nach ihm benannte optische Prinzip).

Überblick über die Mission

Ziel der Mission ist die Erforschung des Saturn-Systems durch ein Raumfahrzeug (Cassini) und das Absetzen eines Landers auf dem Saturnmond Titan (Huygens). Der Start der Mission ist für

den Oktober 1997 geplant. Um die erforderliche Antriebsleistung zu reduzieren, sind vier Fly-Bys geplant - an der Venus (1998 und 1999), an der Erde (1999) und am Jupiter (2000) - bei denen sich die Sonde den erforderlichen "Schwung" zur langen Reise zum Saturn (immerhin 1,5 Milliarden km) holen kann. Die Ankunft dort ist für den Juni 2004 vorgesehen.

Anschließend ist geplant, daß Cassini in vier Jahren im Saturnorbit 60 Umläufe um den Planeten und seine Monde (mit 40 Fly-Bys an Titan) ausführt. Gleich nach Ankunft der Sonde soll Huygens abgesetzt werden und auf Titan landen.

Folgende Einzelziele werden angestrebt:

- Bestimmung des dynamischen Verhaltens der Saturn-Atmosphäre,
- Bestimmung von Struktur, Zusammensetzung und geologischer Geschichte der Saturnmonde,
- Untersuchung der Ringstruktur und der Zusammensetzung des Ringmaterials,
- Untersuchung der Magnetosphäre des Planeten,
- Erforschung der Titan-Atmosphäre,
- Erforschung der Oberfläche des Titan.
- Fly-Bys an den Saturnmonden Titan, Enceladus, Iapetus, Dione, Rhea und Tethys

Die Cassini-Sonde

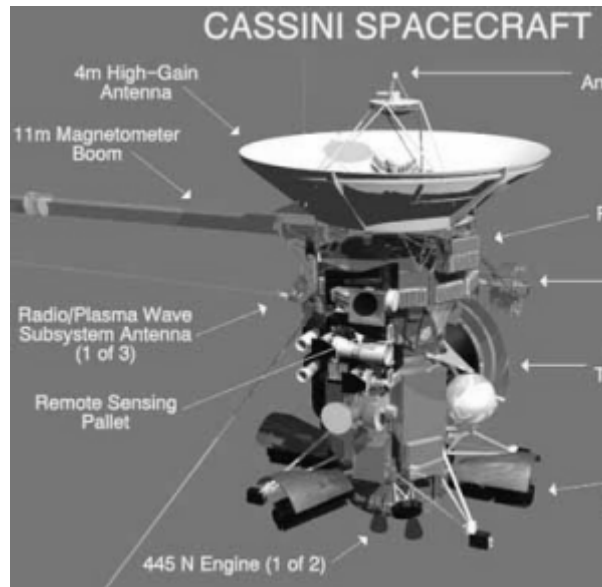
Bei der Raumsonde Cassini handelt es sich um ein Raumfahrzeug vom Typ Mariner Mk2, das aus den Pioneer- und Voyagersonden unter der Federführung des *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) der NASA entwickelt wurde. Aufgrund der hohen Kosten kam es schon 1992 zu einer Umstrukturierung des Programms. Der wesentliche Punkt dabei war, daß aus Kostengründen anstelle einer beweglichen eine feste Instrumentenplattform verwendet wurde, so daß nun die gesamte Sonde gedreht werden muß,

wenn die Instrumente in eine bestimmte Richtung zeigen sollen.

Trotzdem betragen die Kosten des Projekts insgesamt, über den Zeitraum von 18 Jahren (1990-2008) verteilt, noch 3,2 Milliarden Dollar. Daher ist anzunehmen, daß Cassini die letzte der großen Missionen in der Tradition der Pioneer-, Voyager- und Vikingsonden ist.

Das dreiaachsenstabilisierte Raumfahrzeug besitzt beim Start eine Masse von 5,6 Tonnen. Davon sind 3,1 Tonnen Treibstoff, die Sonde selbst wiegt 2,1 Tonnen, einschließlich des Gewichts der Instrumente von 300 kg. Der Lander Huygens wiegt schließlich 350 kg.

Insgesamt ist dieses Projekt sowohl im wissenschaftlichen als auch im technischen Bereich durch eine intensive Zusammenarbeit zwischen europäischen und amerikanischen Einrichtungen gekennzeichnet.



Die Cassini-Sonde

einem der späteren Fly-Bys an der Erde zur Freisetzung dieses Plutoniums kommen könnte.

Dazu ist zu sagen, daß bei der Freisetzung von Plutonium 238 nur Alphastrahlen freigesetzt werden, die (im Gegensatz zu den gefährlichen Gammastrahlen) nur dann für den Menschen eine Gefahr bilden, wenn die sie abstrahlenden Partikeln direkt eingeatmet werden, während sie z. B. Haut nicht durchdringen können. Die Plutoniumkapseln sind von mehreren Schutzschichten aus Iridium und Graphit umgeben, deren Festigkeit so groß ist, daß sie einen Fehlstart der Trägerrakete unbeschadet überstehen würden (es wurden Tests durchgeführt). Bei einem Freisetzen des Plutoniums während eines Flybys (und dieser Fall gilt als sehr unwahrscheinlich) würde das Plutonium so fein verteilt werden, daß für die Menschen auf der Erde keine Gefahr bestehen und die Alphastrahlung in der auf der Erde herrschenden Hintergrundstrahlung

aufgehen würde.

Mögliche Gefährdung von Mensch und Umwelt

An dieser Stelle soll nun auf ein Merkmal von Cassini hingewiesen werden, das zur Zeit immer wieder in den Schlagzeilen der Zeitungen auftaucht und, so könnte man beinahe meinen, die wissenschaftlichen Ziele der Mission in den Schatten stellt.

Da aufgrund der großen Entfernung des Saturn von der Sonne das Raumfahrzeug nicht durch Solarzellen mit Energie versorgt werden kann, wird die Energieversorgung mit Hilfe von drei thermoelektrischen Radioisotopengeneratoren (sogenannten RTGs) gewährleistet. Diese enthalten insgesamt 32,6 kg Plutonium 238. Umweltgruppen befürchten nun, daß es bei einer Explosion der Startrakete oder bei einem unbeabsichtigten Eindringen der Sonde bei

Wissenschaftliche Instrumente

Insgesamt kann angemerkt werden, daß alle Raumsonden ähnliche wissenschaftliche Instrumente an Bord haben, da für die Forscher bei allen Himmelskörpern im Sonnensystem meist die gleichen Daten (Aussehen, spektrometrische Daten über die Zusammensetzung von Atmosphären und Oberflächen, Darstellung mit Hilfe von Radar sowie Daten über die Magnetosphäre usw.) von Bedeutung sind. Cassini ist dabei besonders umfassend ausgestattet.

Die Sonde verfügt dabei (u. a.) über:

- Kamerasensoren im Weitwinkel- und Telebereich für das sichtbare, nahe IR- und nahe UV-Spektrum. Dabei handelt es sich um CCDs mit 1024 x 1024 Pixel,

- Spektrometer im sichtbaren, UV- und IR-Bereich,
- Synthetic Aperture Radar für die Kartographierung des Titan,
- Ionen- und Plasmaspektrometer,
- einen Analysator für kosmischen Staub,
- ein Magnetometer und ein Instrument zur Darstellung des Saturn-Magnetfelds.

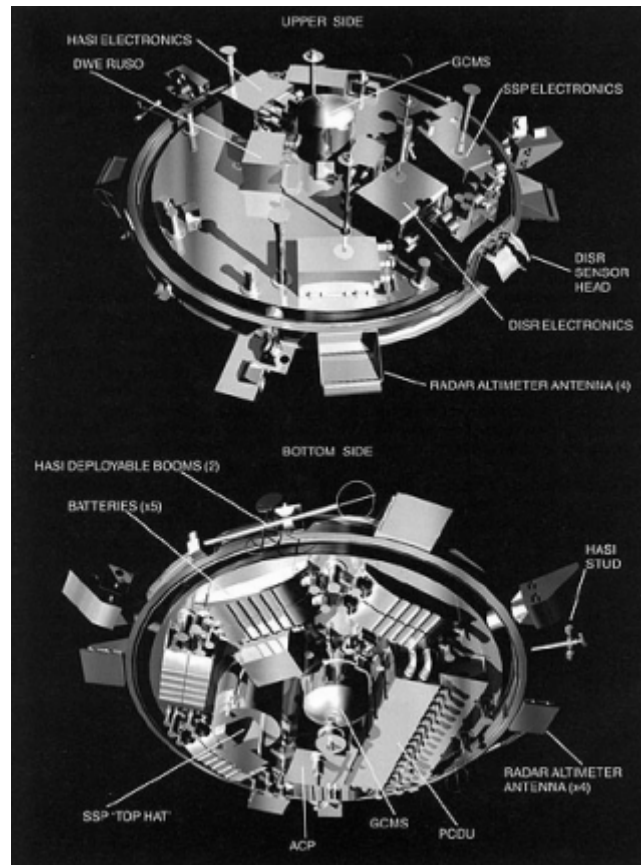
Außerdem können die Sende- und Empfangsanlagen der Sonde dazu verwendet werden, um zum Beispiel Verdeckungs-experimente durchzuführen.

Saturnmond Titan

Huygens soll eine Frage beantworten, die ihre Spannung aus dem Urelement allen menschlichen Forscherdrangs bezieht. Jeder, der sich schon einmal gefragt hat, wie es wohl hinter der nächsten Wegbiegung aussehen mag, kann diese nachvollziehen. Wie ist die Oberfläche des Titan beschaffen und wie sieht es dort aus? Ist sie fest oder flüssig? Da die Titan-Atmosphäre den Blick auf die Oberfläche des Mondes nicht freigibt, sind die Wissenschaftler bis jetzt auf Vermutungen angewiesen.

Titan umkreist den Saturn in 1,2 Millionen km Entfernung mit einer Umlaufzeit von ungefähr 16 Tagen. Mit einem Durchmesser von 5150 km ist er größer als Merkur. Der Erdmond bringt es im Vergleich dazu nur auf 3476 km und seine Masse entspricht 1/45 der Erdmasse. Auf seiner Oberfläche herrscht eine Temperatur von -180°C und ein Druck von 1500 mbar. Die Dicke seiner Atmosphäre beträgt etwa 400 km (in dieser Höhe beträgt der Druck 1000 mbar), und die Atmosphäre besteht (u. a.) aus Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen.

Messungen besagen, daß auf der Oberfläche Methan, Stickstoff, Äthan, Wasserstoff, Kohlendioxid und Kohlenmonoxid vorkommen. Wissenschaftler vermuten, daß Titan von einem Kohlenwasserstoffmeer bedeckt sein könnte. Aufgrund der dort festgestellten anorganischen Chemie, die von der UV-Strahlung und dem Aufprall von hochenergetischen Ionen beeinflusst wird, spekuliert man, daß sich so etwas wie eine "Ursuppe" gebildet haben könnte.



Aufbau der Huygenssonde

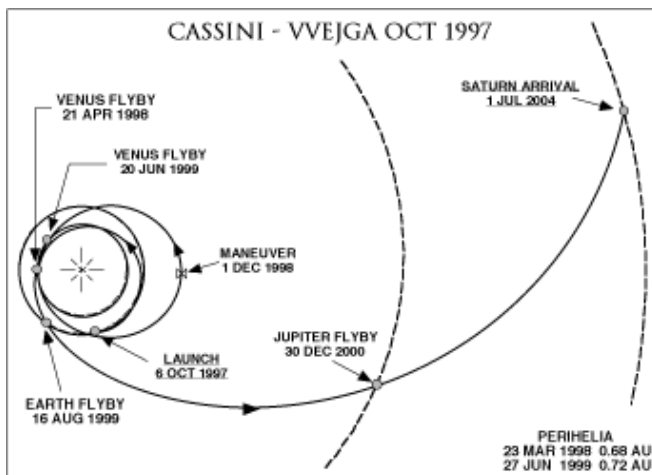
Die Sonde Huygens

Zur Beantwortung dieser Fragen verfügt nun Huygens über Instrumente zur Messung der Drücke und Temperaturen sowie der Windgeschwindigkeiten und Turbulenzen in der Atmosphäre. Die Atmosphärenzusammensetzung soll von einer Kombination aus einem Gaschromatograph und einem Massenspektrometer untersucht werden. Eine Kamera soll Aufnahmen im sichtbaren, UV- und IR-Bereich des Spektrums liefern. Außerdem sollen Daten über die Beschaffenheit der Titanoberfläche gesammelt werden.

Die Instrumente des Landers haben insgesamt eine Masse von 48 kg.

Die Missionsdauer von Huygens soll maximal 153 Minuten betragen, davon sind 150 Minuten für den Abstieg und mindestens 3, eventuell aber auch bis zu 30 Minuten für die Untersuchung der Oberfläche bestimmt. Insofern hat das Missionsprofil eine gewisse Ähnlichkeit mit dem

der Galileo-Sonde, die in die Jupiteratmosphäre eintauchte.

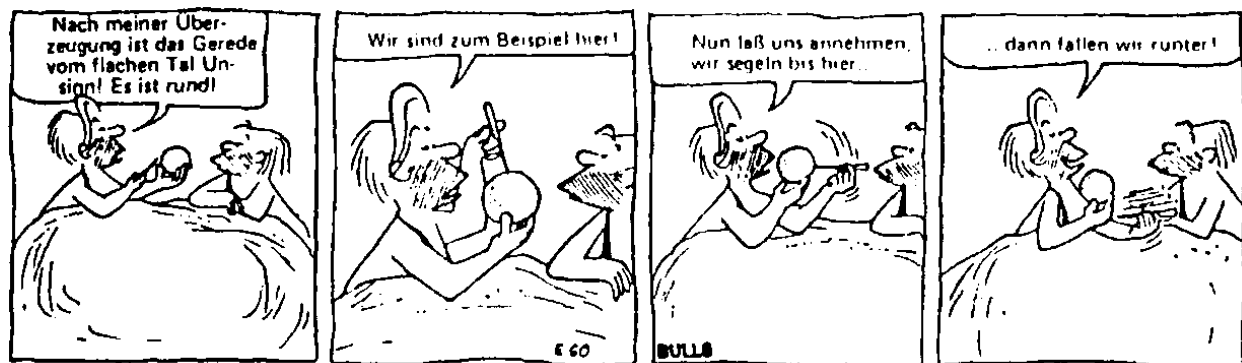


Der Weg zum Saturn

Während des Abstiegs wird Huygens bis in einer Höhe von etwa 155-175 km über der Oberfläche von einem Hitzeschild mit einem Durchmesser von 2,7 m geschützt. Anschließend öffnet sich der Hauptfallschirm 110-140 km über der

Oberfläche und danach ein Stabilisierungsfallschirm, an dem Huygens bis zum Auftreffen auf der Oberfläche befestigt ist. Mehrere hundert Meter vor dem Aufprall wird ein Landelicht eingeschaltet, das es der optischen Kamera an Bord des Landers ermöglicht, Aufnahmen zu machen. Die Auftreffgeschwindigkeit wird mit 5-6 m/s bei Windgeschwindigkeiten von 250 km/h geschätzt. Huygens wird vom ESOC in Darmstadt kontrolliert.

Bei einem erfolgreichen Verlauf der Huygens-Mission erhoffen sich die Forscher neues Wissen über die Entstehung des Lebens auf der Erde und die Entstehung der Atmosphäre. Es bleibt zu hoffen, daß dadurch Antworten auf einige interessante Fragen gegeben werden können, auch wenn - wie üblich - die Anzahl der neu aufgeworfenen wieder beträchtlich sein dürfte (schließlich muß ja auch noch etwas für die nächsten Missionen übrigbleiben, das war bisher ja immer schon so...).



Rosetta - eine europäische Mission zum Kometen P/Wirtanen

von Detlef Koschny

Einleitung

Seit nunmehr über 3 Jahren habe ich mehr oder weniger direkt mit der Rosetta-Mission zu tun. Da seit einigen Wochen immer deutlicher wird, daß das Design der Raumsonde einigermaßen fest steht, ist es an der Zeit, den geneigten Leser damit vertraut zu machen.

Rosetta heißt eine Raumsonde, die im Jahre 2003 zu dem periodischen Kometen 46 P/Wirtanen starten wird. Eine Nutzlast von insgesamt elf wissenschaftlichen Instrumenten plus einem Radioexperiment wird diesen Kometen aus der Nähe untersuchen. Sie wird mindestens ein Jahr lang den Kometenkern in einer Entfernung von wenigen Kilometern begleiten und auch einen Lander auf der Oberfläche absetzen.

Geschichtliches

Eine Kometenmission wie diese wird in Raumfahrtkreisen schon lange diskutiert. Bereits vor den erfolgreichen Vorbeiflügen an P/Halley im März 1986 (Ganymed berichtete, siehe z.B. Ganymed 1/1988, S. 2) war klar, daß als nächstes nicht nur ein Vorbeiflug, sondern ein Begleitflug - am besten sogar mit Landung - ansteht. Die ersten Planungen findet man in der Empfehlung einer Studiengruppe namens PBSSG, die ESA/NASA *Primitive Bodies Science Study Group* (auf Deutsch: ESA/NASA Studiengruppe zur Untersuchung primitiver Körper im Sonnensystem). Sie schlug bereits im Mai 1985 vor, eine sogenannte „Sample Return“ Mission zu fliegen, d.h. man solle auf einem Kometen landen, Proben entnehmen, und diese dann zur Erde zurück bringen.

Obwohl in nachfolgenden Studien herauskam, daß dies prinzipiell technisch möglich ist, scheiterte die damals angedachte Mission an den zu hohen Kosten und auch an programmatischen Problemen, die wohl insbesondere aus der nicht einfachen Zusammenarbeit zwischen der NASA und der europäischen Raumfahrtbehörde ESA resultierten. Man reduzierte die Anforderungen an die Mission und erfand CRAF, die *Comet Rendezvous and Asteroid Flyby Mission*, also einen "Kometenrendezvous- und Asteroidenvorbeiflug". Auch diese versank in den Schubladen der Planer und wurde ein weiteres Mal überarbeitet. Ein Schwerpunkt bei der Planung

war diesmal, daß sie von Europa alleine durchgeführt werden kann. Heraus kam Rosetta - genau wie CRAF - ein Begleitflug mit Landung. Wie auch schon bei CRAF, sind nach wie vor auch zwei Vorbeiflüge an Asteroiden vorgesehen, nur eben keine Probenrückführung zur Erde.

Eine sogenannte "Baseline", also die Grundlinie, nach der weiter vorgegangen werden sollte, wurde im Jahr 1993 definiert. In einem Bericht „ROSETTA Comet Rendezvous Mission“ der ESA (ESA SCI(93)7), dem sogenannten „Red Book“ (der Buchumschlag ist rot...) wird die wissenschaftliche Zielsetzung der Mission zusammengefaßt und eine Modellnutzlast vorgeschlagen. Ich werde in einem späteren Kapitel darauf eingehen, welche Instrumente auf der Raumsonde mitfliegen werden.

Rosetta ist ein sogenannter Cornerstone, ein Eckpfeiler, des „Horizon 2000 Programme“ der ESA, und hat damit eine hohe Priorität im europäischen Raumfahrtprogramm. Andere Cornerstone-Missionen, die wohl auch in der Ganymed schon erwähnt wurden bzw. Teilnehmern an diversen AVWM-Ausflügen bekannt sind, sind z.B. die Röntgenmission XMM, die in den Bach gefallene Cluster-Mission, und das erfolgreiche Sonnenobservatorium SOHO. Das Budget für so einen Cornerstone ist etwas über eine Milliarde Mark - die in ganz Europa, über ca. 10 Jahre verteilt, ausgegeben werden.

Warum heißt Rosetta Rosetta?

Satellitennamen sind entweder Abkürzungen, oder haben eine sonstige tiefere Bedeutung. Rosetta hat seinen Namen von dem Rosetta-Stein, der 1799 in der Nähe des Ortes Rosetta in Ägypten gefunden wurde. Er enthielt die gleiche Inschrift in Hieroglyphen, in demotischer Schrift, und in Griechisch. Er war der Schlüssel zur Entzifferung der Hieroglyphen und erweiterte somit schlagartig unser Wissen um das alte Ägypten. Analog dazu soll uns die Rosettamission zu einer "Entzifferung" der Ursprünge des Sonnensystems führen. Das bringt uns zur nächsten Frage:

Warum will man zu einem Kometen fliegen?

Kometen sind Teil unseres Sonnensystems. Den größten Teil ihres Lebens verbringen sie in der Oort'schen Wolke, ca. 40.000 mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde. Dort ist es sehr kalt, so daß das Material in ihnen seit seiner Entstehung kaum thermisch verändert wurde. Eine andere Möglichkeit, Materie zu verändern, ist die Schwerkraft. Da Kometen sehr klein sind, kann man auch die vernachlässigen. Man meint daher, daß Kometen seit ihrer Entstehung vor vielen Milliarden Jahren im präsolaren Nebel nicht oder nur kaum verändert wurden. Will man also etwas über die Entstehung des Sonnensystems lernen, dann muß man die Kometen genauer unter die Lupe nehmen. Aus ihrem Aufbau und ihrer Chemie kann man die Zustände im präsolaren Nebel untersuchen.

Wie sieht ein Kometenkern aus?

Jeder von uns kennt Kometen, wie sie sich von der Erde aus zeigen. Hoffe ich jedenfalls, denn wenn nicht, hat er die letzte Ganymed nicht gelesen. In den letzten beiden Jahren hatten wir ja das unglaubliche Glück, gleich zwei helle Kometen zu sehen: Hyakutake im Frühjahr 1996, sowie Hale-Bopp im Frühjahr 1997. In der Ganymed 2/1997 sind ein paar schöne Bilder von Hale-Bopp zu sehen. Man erkennt den langgestreckten Schweif des Kometen (bzw. die Schweife - Plasmaschweif und Staubschweif), sowie den Kometenkopf. Im Fernrohr hat der Kopf ein helles Zentrum, den sogenannten Pseudo-Nukleus. Er ist umgeben von der Koma, einer Gashölle, die von dem Kern ausgestoßen wird. Der Pseudo-Nukleus ist leider nicht wirklich der Kern des Kometen, also der Körper, der die Koma erzeugt. Dieser ist viel zu klein, um von der Erde aus sichtbar zu sein. Typische Kerngrößen - die aus Beobachtungen indirekt abgeschätzt wurden - sind einige 100 m bis einige 10 km.

Eine ganze Menge haben wir aus den Vorbeiflügen an P/Halley im Jahr 1986 gelernt. Sicher ist allen Abbildung 1 bekannt, aufgenommen von der „Halley Multicolour Camera (HMC)“ (wirklich mit ou!) auf der europäischen Giotto-Mission. Von diesem Bild kann man eine Menge lernen, was vorher durchaus nicht klar war:



Abbildung 1: Kern des Kometen P/Halley, aufgenommen von der „Halley Multicolour Camera (HMC)“. Die Giotto-Sonde flog 600 km am Kern vorbei; dieses Bild wurde in 4.000 km Entfernung aufgenommen. Die Größe des Kerns paßt zu einer Ellipse mit 14,2 km Länge und 7,4 km Breite. © Max-Planck-Institut für Aeronomie.

- Kometen sind dunkler als erwartet (P/Halley reflektiert nur ca. 4 % des einfallenden Lichtes, das ist weniger als Kohle)
- Kometen sind unregelmäßig geformt
- Die Oberfläche besteht nicht aus reinem Eis, Kometen sind nicht gleichmäßig schrumpfende Eiskugeln
- Kometare Aktivität ist - zumindest bei Halley - auf einige aktive Gebiete beschränkt, in diesem Falle nehmen sie ca. 10 bis 20 % der Oberfläche ein
- Die flüchtigen Anteile der Kometenmaterie, das Gas, besteht zu 90 % aus Wassermolekülen, mit kleineren Anteilen von Kohlendioxid und Kohlenmonoxid
- Der kometare Staub besteht aus Silikaten und Anteilen von organischem Material

Noch streiten die Fachleute darüber, ob der Kometenkern selber nun mehr Eis oder mehr Staub enthält. Das konnten die Messungen der Giotto-Sonde auch nicht eindeutig beantworten. P/Halley war - wie die Fotos der HMC zeigen - ein zusammenhängender Körper. Aber es gibt bei anderen Kometen durchaus die Vorstellung einer "kosmischen Geröllhalde", wie in Abbildung 2. Diese Vorstellung haben zumindest die Leute,

die sich die Daten des berühmten Shoemaker-Levy 9 angeschaut haben (auch hier berichtete die Ganymed, z.B. Ganymed 1/1995, S.11)

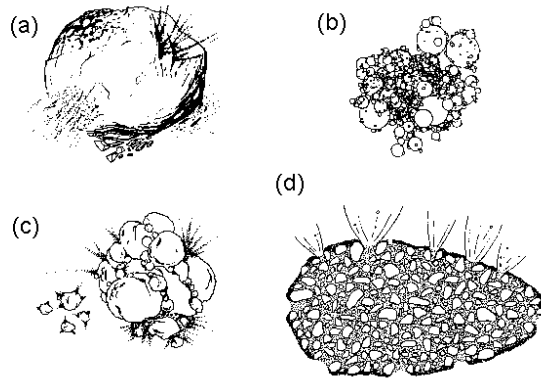


Abbildung 2: Verschiedene Möglichkeiten, wie ein Kometenkern aussehen könnte.

- (a) "Schmutziger Schneeball" - der Komet ist ein zusammenhängender Körper aus Eis, mit Staub durchmischt. An einzelnen Stellen dampft das Eis ab.
- (b) Fraktales Modell - wohl nur für Mathematiker.
- (c) "Rubble Pile", Geröllhalde: Der Komet besteht aus einer Ansammlung von kleineren Eis/Gesteinsbrocken, die relativ schwach aneinander gebunden sind.
- (d) Eis-Gesteinsmischung mit Kruste.

Auf so einem Kometen hätte es der Lander natürlich schwer. Tatsache aber ist: Wir wissen nicht, wie Wirtanen aussieht. Und wieder sind wir gleich bei der nächsten Frage:

Was wissen wir über den Kometen P/Wirtanen?

Seit P/Wirtanen als Ziel für Rosetta ausgewählt wurde, ist er natürlich intensiv beobachtet worden. Abbildung 3 zeigt eine der einfachsten Messungen, die Helligkeitskurve des Kometen. Übrigens sind der Hauptbeitrag zu diesen Daten Beobachtungen von Amateuren - zum Teil mit CCD-Kameras, aber meistens "nur" via visuelle Helligkeitsschätzungen.

Aus der Rate, mit der die Helligkeit ansteigt, kann der Fachmann abschätzen, wieviel Gas der Komet (in Molekülen pro Sekunde) insgesamt freigesetzt hat. Das ist eine wichtige Zahl in der Kometenphysik, die durch andere Messungen bestätigt werden kann.

P/Wirtanen ist nicht unbedingt einer der eindrucksvollsten Kometen, siehe Abbildung 4. Das ist allerdings erwünscht - man wollte absichtlich einen Kometen anfliegen, der nicht allzu aktiv ist, da man Angst hat, daß der

Kometenstaub die Raumsonde beschädigen könnte.

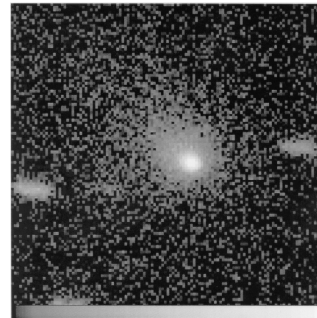


Abbildung 4: Ein stark vergrößertes Bild vom Kometen P/Wirtanen, aufgenommen im September 1996 am 2,2 m ESA/MPI Teleskop in La Silla, Chile, © R. Schulz und J.-P. Tozzi. Die Kantenlänge des Bildes entspricht knapp 100000 km am Kometen.

Eine weitere wichtige Größe neben der Wasserproduktionsrate ist der Durchmesser des Kerns. Den kann man z.B. aus der Helligkeit des Kometenkopfes in einer CCD-Aufnahme erraten. Dazu macht man folgendes: Man kann aus theoretischen Überlegungen herleiten, wie der Helligkeitsverlauf in der Koma mit zunehmendem Abstand vom Kern sein muß. Nun mißt man eben diesen Helligkeitsverlauf und paßt sein Modell der Messung an. Vergleicht man das Bild mit dem Modell, wird man in der Mitte des Kometen eine Abweichung sehen. Das mittlere Pixel wird heller sein als erwartet - weil da ja schließlich der Kometenkern ist. Man

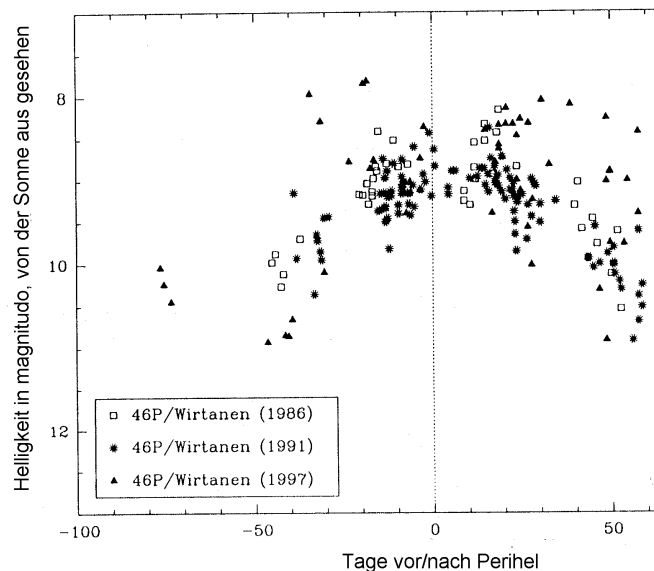


Abbildung 3: Helligkeitsverlauf von P/Wirtanen. Die meisten Helligkeitsschätzungen wurden von Amateurastronomen gemacht, zum Teil visuell, zum Teil mit CCD-Kameras. Nach Jorda, 46 P/Wirtanen, recent observational results, OSIRIS Team and Science Meeting, Nov 1997

bestimme nun diese Helligkeitsdifferenz. Da ich weiß, wieviel Licht pro Quadratmeter der Komet von der Sonne bekommt, und mit der Annahme, daß er 4 % davon wieder reflektiert, kann ich die Fläche abschätzen, die ich sehe, und damit den Durchmesser. Abbildung 5 zeigt dies noch mal graphisch.

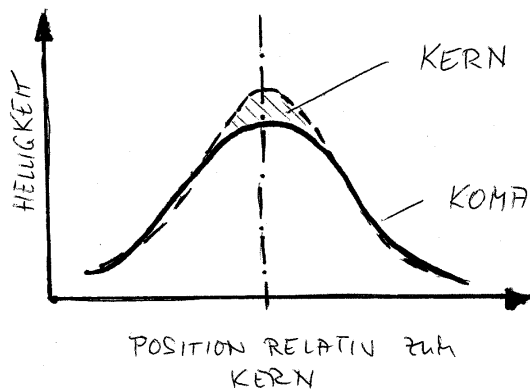


Abbildung 5: Eine (von mehreren) Möglichkeiten, die Größe eines Kometenkerns zu bestimmen. Die Helligkeit der Koma ist annähernd symmetrisch zum Kern und folgt einer Kurve ähnlich der gezeigten. Mit einer Modellrechnung beschreibt man diese Kurve und verlängert sie zum Kern selber hin. Dort liegt die Messung deutlich über dem Modell - das ist der Helligkeitsbeitrag des Kerns, aus dessen Betrag man die Größe des Kerns abschätzen kann. Diese Methode wird allerdings von einigen Kometenwissenschaftlern als sehr unsicher betrachtet.

Diese Methode ist allerdings umstritten - anstatt des Kernes könnte ja in der Mitte auch nur ein heller Jet leuchten. Trotzdem versuchte man so, den Durchmesser von P/Wirtanen zu bestimmen und erhielt einen Wert von ca. 1,2 km, also viel kleiner als P/Halley.

Und da gibt's wohl auch ein Problem: Wie oben erwähnt, hat man ja die Wasserproduktionsrate abgeschätzt. Um eine bestimmte Menge Wasser pro Sekunde zu verdampfen, brauche ich bei gegebener eingestrahelter Sonnenenergie eine bestimmte Oberfläche. Dummerweise zeigt sich, daß der nötige Kometendurchmesser größer ist als 1,2 km, bzw. mehr als 100 % des Kometen aktiv zu sein scheint. Man versuchte dies z.B. dadurch zu erklären, daß man einen wasserverdampfenden Staubgürtel um den Kometen annahm. Eine vernünftige Erklärung habe ich bis jetzt allerdings noch nicht gehört. Die naheliegendste ist wohl, daß die Meßfehler

einfach zu groß sind und dadurch die Diskrepanz zustande kommt; oder daß doch eben die Durchmesserbestimmung prinzipiell daneben liegt."

Die Flugbahn der Raumsonde

Auch in der Raumfahrt ist Energiesparen angesagt. Um zu weit entfernten Planeten oder, in unserem Fall, zu einem Kometen zu kommen, benutzt man sogenannte "Swing-By" Manoeuver, das sind nahe Vorbeiflüge an Planeten. Fliegt man den Planeten von hinten an, dann beschleunigt er einen, so daß die eigene Geschwindigkeit größer wird. Das spart Treibstoff, und man kann mit vorhandenen Trägerraketen weiter fliegen als wenn man direkt hinflöge.

Abbildung 6 zeigt die Flugbahn von Rosetta. Der Start wird im Januar 2003 sein, Rosetta startet mit einer Ariane 5. Das ist die, die beim ersten Start die vier Cluster-Satelliten in den Ozean versenkt hat. Natürlich verfolgt das gesamte Rosetta-Team mit Spannung die weiteren Ariane-5-Flüge... Das erste Mal Schwungholen ist beim Mars angesagt, im August 2005. Weiter geht's zur Erde (November 2005), dann nach 2 Jahren nochmal an der Erde vorbei (November 2007). Der zweite Erdvorbeiflug wird mit 15 km/s stattfinden, Rosetta fliegt dabei nur ein paar 100 km über der Erdoberfläche. Da muß man schon aufpassen, daß gerade kein Space Shuttle im Weg ist. Der erste Asteroidenvorbeiflug ist im September 2006 bei Mimistrobell. Das ist nur 3 Jahre nach dem Start, so daß die Weltöffentlichkeit die Sonde auch nicht vergißt. 2 Jahre später, im Oktober 2008, passieren wir den zweiten Asteroiden, Rodari. Ende 2011 beginnt die Annäherung an den Kometen. Start der offiziellen Mission ist am 13. März 2012. Dies ist ein sehr wichtiges Datum, denn alle drei Mitglieder des Rosetta-Wissenschaftsteams feiern an diesem Tag Geburtstag... Rosetta wird P/Wirtanen dann ab einer Sonnenentfernung von etwa 4 AE (Astronomische Einheit = Entfernung Erde-Sonne) begleiten. Geplant ist als erstes, den Kometen zu kartographieren. Danach dann werden alle wissenschaftlichen Instrumente Messungen machen. Auf diese wird im Kapitel "Die wissenschaftlichen Instrumente" noch etwas mehr eingegangen.

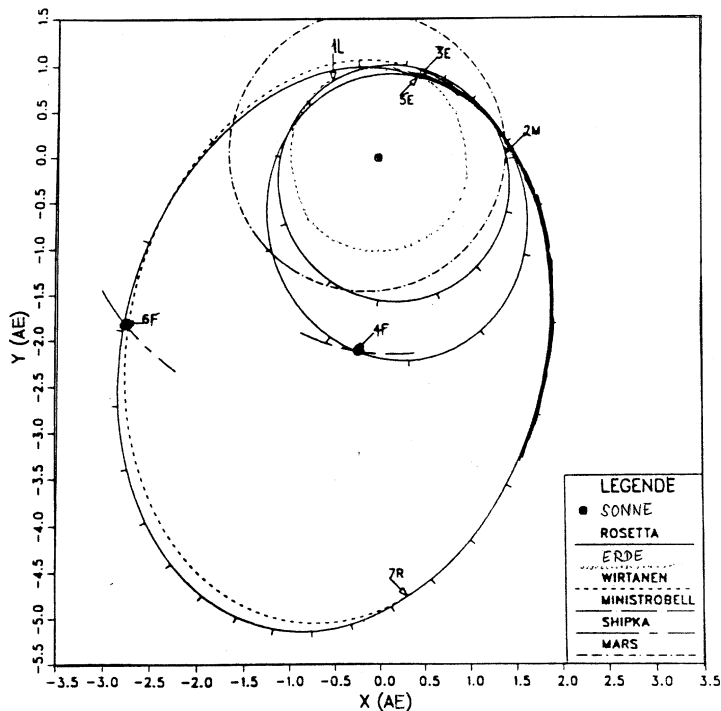


Abbildung 6: Die Flugbahn von Rosetta. Der Start ist mit 1L markiert. Man erkennt den Marsvorbeiflug (2E) zum "Energiesparen" sowie die zwei Erdvorbeiflüge (3E, 5E). Die Sonde wird an zwei Asteroiden vorbeifliegen (4F, 6F), bevor sie bei Komet P/Wirtanen ankommt (7R) und diesen für mindestens ein Jahr begleitet. Achtung: Das Bild ist noch ein altes, wie im Text erwähnt, ist momentan als zweiter Asteroid Rodari geplant, nicht Shipka.

Nach etwa einem Jahr wird der Komet sein Perihel erreichen, also seine größte Annäherung an die Sonne haben, in etwa 1 AE Entfernung. Hier endet die nominelle Mission. Natürlich hoffen schon jetzt alle, daß wir auch nach dem Perihel noch beobachten können. Das Ende der Mission wird wahrscheinlich dann erreicht sein, wenn entweder der Kometenstaub die Raumsonde zu sehr beschädigt hat oder das Geld für das Bodenpersonal ausgegangen ist. Danach werden die Wissenschaftler einige Jahre an ihren Daten arbeiten. Zum Vergleich: Der Atlas mit allen Halley-Bildern, die die HMC gemacht hat, kam erst im Jahr 1994 raus, 8 Jahre nach der Mission (siehe ESA SP-1127, Images of the Nucleus of Comet Halley, ESA/MPAE, 1994). Das heißt, das wir mit dem P/Wirtanen-Atlas im Jahr 2021 rechnen dürfen. Da bin ich dann schon 59 Jahre alt!

Vorhin erwähnte ich die Asteroiden, also...

Was wissen wir über die Asteroiden?

Genau gesagt lautet die Frage: Was wissen wir über die Asteroiden, die Rosetta anfliegen wird? Momentan ist geplant, zu den Asteroiden Mimitrobell und Rodari zu fliegen. Beides sind Asteroiden vom selben Typ, d.h. sie sind wahrscheinlich etwa gleich alt und gehören zu einer Asteroidenklasse, die uns bereits bekannt ist. Auch die wurden natürlich bereits vom Boden aus genauer „unter die Lupe genommen“, d.h. mit Fernrohren beobachtet. Da Asteroiden einfach nur Gesteinsbrocken sind und sie keine Gashülle haben, kann man aus ihrer Helligkeit relativ direkt ihre Größe bestimmen, natürlich wieder mit einer angenommenen Reflektivität. Wir wissen daher, daß Mimitrobell etwa 10 km Durchmesser hat, Rodari etwa 8 km.

Vergleichen wir das mit 253 Mathilde. Mathilde wurde kürzlich von der Raumsonde NEAR unter die Lupe genommen und man sah einen etwa 60 km durchmessenden Gesteinsbrocken.

Wir sehen, daß die Rosetta-Asteroiden beide eher zu den kleinen Asteroiden gehören. Wissenschaftlich interessanter wäre es nach Ansicht einiger Asteroidenforscher, noch einen richtig großen Asteroiden anzufliegen, von dem man annimmt, daß er älter ist als die bisher beobachteten. Manche wünschen sich deswegen, daß man zu Siwa fliegt, ein Asteroid von einem noch nicht so gut bekannten Typen, mit einem Durchmesser von ca. 110 km. Einig ist man sich darüber aber nicht, momentan bleibt es bei Mimitrobell und Rodari. Eine entgeltliche Entscheidung braucht man ohnehin erst nach dem Start treffen, denn die Flugbahn lässt sich durch Zünden der Steuertriebwerke ja durchaus beeinflussen. Dann kann man auch je nach noch vorhandenem Treibstoff überlegen, wo man wirklich hin will.

Aktueller Stand - Die Raumsonde

Wie die Raumsonde aussehen wird, zeigt Abbildung 7. Noch ist das Design nicht zu 100 % eingefroren, aber die Verhandlungen mit den Instrumentatoren sind fast abgeschlossen und

jeder weiß zumindest ungefähr, wo sein Instrument festgeschraubt wird. Die Unterbringung der Instrumente ist nicht einfach. Jeder will den Kometen sehen, aber nicht irgendwelche Nachbarinstrumente in seinem Gesichtsfeld haben. So gestaltet sich die Anordnung der Nutzlast als zeitaufwendiger, iterativer Prozeß. Die Instrumentenbauer haben ihre Anforderungen in einem sogenannten „Experiment Interface Document“, also einer Schnittstellenbeschreibung, niedergelegt. Dornier - der Hauptauftragnehmer - hat alle diese Dokumente vorliegen und schlägt daraufhin eine Anordnung der Instrumente vor. Wenn er nicht alle Wünsche der Instrumentatoren erfüllen kann, geht er zurück zu diesen und bittet um Änderung der Anforderungen... All dies läuft über die ESA, denn offiziell hat der Instrumentenbauer keinen Kontakt mit Dornier. Man kann sich vorstellen, das das eine Weile gedauert hat.

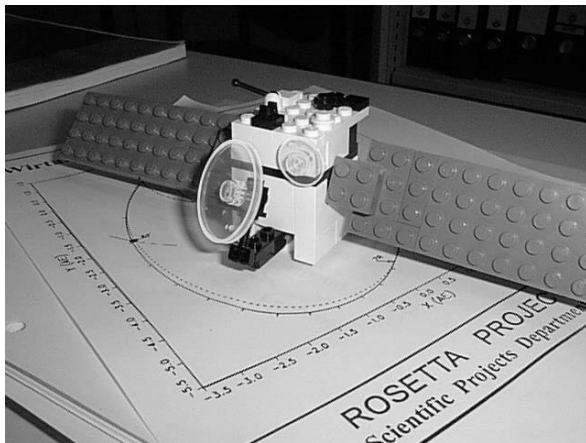


Abbildung 7: Ein (mein) Modell von Rosetta. Der Satellit hat eine Kastenstruktur, an einer Seite befindet sich eine grosse Antenne, die über Drehgelenke zur Erde ausgerichtet werden kann. Die kleinere Antenne dient für Notfälle, sollte die Ausrichtung der Grossen nicht funktionieren. Sie ist aber nicht so leistungsfähig, d.h. die mögliche Datenrate ist kleiner. An der Seite befinden sich Sonnenzellen, die auf die Sonne ausgerichtet werden. Auf der im Bild oberen Plattform befinden sich die meisten wissenschaftlichen Instrumente, die in Richtung Komet (der wäre oben) schauen. Die zwei Kameras von OSIRIS und das Spektrometer VIRTIS befinden sich im Bild hinten, auf der sonnenabgewandten Seite der Sonde. So ist gewährleistet, daß ihre Detektoren immer gut gekühlt werden können.

Wie also sieht die Sonde momentan aus? Sie besteht aus einem zentralen Zylinder mit Treibstofftanks (im Foto nicht sichtbar), um den herum eine kastenförmige Struktur angeordnet

ist. Links und rechts befinden sich Sonnenzellen, die nach oben oder unten geschwenkt werden können. Auf der uns zugewandten Seite sieht man die sogenannte High-Gain-Antenne, das ist die große Schüssel. Sie erlaubt eine hohe Datenrate, muß aber genau auf die Erde ausgerichtet sein. Daher ist sie um zwei Achsen beweglich an der Sonde angebracht. Sollte die Ausrichtung aus irgendeinem Grund verloren gehen, hilft die kleinere Schüssel rechts oben. Sie ist fest an der Sonde angebracht und erlaubt nur eine niedrigere Datenrate (Medium-Gain-Antenne). Das reicht aber aus, um der Sonde zu sagen wohin sie die große Antenne richten soll. Nicht sichtbar sind dann noch ganz schwache Antennen, die gar keine Richtwirkung haben. Sie werden nahe der Erde gebraucht, wenn die Sonde mit der Vorderseite von der Erde weg zeigt.

Die meisten Instrumente sind oben angebracht, in Richtung oben befindet sich auch der Komet. Die Instrumente, die besonders viel Kühlung brauchen, dürfen nie die Sonne sehen. Das ist auf der oberen Plattform nicht immer gewährleistet. Sie sitzen daher im Bild hinten, natürlich auch wieder mit Blickrichtung nach oben. Im Gegensatz zu z.B. den Voyagersonden sind alle Instrumente fest auf dem Satelliten montiert, man kann sie nicht unabhängig vom Satelliten bewegen. Die Sonnenzellen - die immer zur Sonne zeigen müssen - sind um eine Achse schwenkbar, die große Hauptantenne - die immer zur Erde zeigen muß - ist um zwei Achsen schwenkbar. Insgesamt gesehen ist es schwierig, sich vorzustellen, wie die Sonde überhaupt um den Kometen fliegen und dabei alle diese Bedingungen erfüllen kann. Wer dabei (wie ich) Schwierigkeiten hat, möge sich (wie ich) ein Lego-Modell von Rosetta bauen, damit geht es einfacher.

Welche Instrumente fliegen denn nun überhaupt mit?

Die wissenschaftlichen Instrumente

Als pingeliger Wortklaubler unterscheide ich zwischen Instrument und Experiment. Ein Instrument ist ein Meßgerät, bei dem wirklich „Hardware“, also ein gebautes Gerät auf der Sonde vorhanden ist. Mit dem Instrument kann ich Experimente machen. Jedes Experiment wird von einem sogenannten Principle Investigator (PI) geleitet, auf Deutsch am Ehesten mit „Hauptverantwortlicher“ zu übersetzen. Jeder PI

ist ein Wissenschaftler und arbeitet an einem wissenschaftlichen Institut, während Instrumente zumeist in der Industrie gebaut werden.

Bei Rosetta gibt es 12 PIs, mit insgesamt 11 wissenschaftlichen Instrumenten. Ein PI betreut die sogenannten *Radio Science Investigations* (RSI); er wertet die Funksignale von und zu der Raumsonde aus und kann daraus genau bestimmen, wie sich die Sonde bewegt. Dies erlaubt beispielsweise die Abschätzung der Masse des Kometen. Er hat kein eigenes Instrument, sondern nutzt die sowieso vorhandenen Antennen. Daher die Unterscheidung Instrument - Experiment... Außerdem befindet sich an Bord von Rosetta noch ein Lander, der wiederum mehrere kleinere Instrumente enthält. Er hat den phantasievollen Namen „*Rosetta Lander*“. Bei ihm gibt es aus politischen Gründen zwei Hauptverantwortliche, sie heißen „*Lead Scientist*“.

Nun aber noch ein paar Worte zu den verschiedenen Instrumenten. Tabelle 1 auf Seite 14 listet alle Orbiterinstrumente auf und gibt jeweils eine kurze Beschreibung. Die "Unterinstrumente" des Landers werden in einem späteren Artikel genauer beschrieben. Man kann auf dem Orbiter zwei Gruppen erkennen:

- Fernerkundungsinstrumente
- Analysierende Instrumente

Die *Fernerkundungsinstrumente* schauen sich den Kometenkern von weitem an. Dazu gehören:

OSIRIS, die wissenschaftliche Kamera. Sie besteht eigentlich aus zwei Kameras, einer Tele- und einer Weitwinkelkamera. Ihre Hauptaufgabe ist es, Bilder vom Kometenkern und von der Koma zu machen. Die Kamera hat - wie ja z.B. auch von der Kamera auf Mars Pathfinder bekannt - Filter im Strahlengang. Diese erlauben es, großflächige Messungen von den Gasen in der Koma sowie der Zusammensetzung der Kometenoberfläche zu machen.

VIRTIS ist ein Spektrometer, das das Licht von einem Streifen auf dem Kometen (oder der Koma) in sein Spektrum zerlegt. Damit lassen sich sehr detaillierte Untersuchungen der Materialzusammensetzung machen, allerdings mit niedrigerer räumlicher Auflösung und nur bei hellen Objekten.

ALICE ist ein weiteres Spektrometer, das im ultravioletten Licht beobachtet und insbesondere

die Gaszusammensetzung der Koma untersuchen wird.

MIRO beobachtet den Kometen im Bereich der Millimeterwellen - das sind die, die ein Mikrowellenherd benutzt. Aus diesen Beobachtungen lassen sich die Eigenschaften des Materials (Porosität, Dichte) unter der Oberfläche ableiten. MIRO erlaubt auch - in gewissen Grenzen - die Temperaturbestimmung des Kometenkerns.

Die *analysierenden Instrumente* sammeln das vom Kometen kommende Material - Gas und Staub - ein und schauen es sich an. Als erstes sei COSIMA genannt, ein Instrument ähnlich des Gerätes PIA, das auch schon auf der Giotto-Mission zum Halley'schen Kometen mit dabei war. Es sammelt Staub vom Kometen ein, der im Instrument in seine Komponenten aufgeteilt wird. Deren Masse wird bestimmt und so kann man die chemische Zusammensetzung des Staubes bestimmen.

GIADA mißt die Geschwindigkeit und Größe des Kometenstaubes. Die Staubteilchen fliegen durch einen Laservorhang, der die Geschwindigkeitsmessung und aus der Intensität des gestreuten Lichtes eine Aussage über die Größe des Teilchens erlaubt. Die Teilchen treffen dann auf eine Prallplatte mit einem Piezodetektor, ähnlich einem Mikrofon. Wenn man auf ein Mikrofon klopft, dann knackt es um so lauter, je fester man draufklopft. Genau so kann man aus der Stärke des Piezosignales die Bewegungsenergie des Teilchens messen.

MIDAS ist ein sogenanntes „*Atomic force microscope*“. Das ist ein spezielles Mikroskop, mit dem man eine viel höhere Auflösung als mit einem normalen Lichtmikroskop erreicht. Es setzt einen Probenträger dem Staub aus, der vom Kometen kommt. Nach einer gewissen „Belichtungszeit“ wird die Probe unter das Mikroskop gefahren und nach Staub gesucht. Findet man ein Staubkorn, kann man es mit einer Auflösung im Bereich von Nanometern (ein Milliardstel Meter) untersuchen und so die Form des Staubteilchens genau anschauen.

ROSINA und Modulus sind zwei Instrumente, die die chemische Zusammensetzung sowie Menge und Geschwindigkeit des vom Kometen kommenden Gases bestimmen. Sie werden es unter anderem erlauben, den Gehalt von Wasser in der Koma zu messen.

Das sogenannte *Plasmapackage* (RPC) besteht aus einer Suite kleiner Instrumente, die sich das Plasma in der Umgebung des Kometen anschaut.

Alle diese Instrumente können nur den Staub und das Gas in der Koma des Kometen untersuchen. Um zumindest an einer Stelle zu sehen, wie es auf dem Kometen wirklich aussieht, fliegt ein Lander mit. Dieser wird nach der Ankunft am Kometen und dem „Mapping“, also dem Erstellen einer genauen Karte der Oberfläche, auf derselben landen. Es ist ein knapp unter 100 kg wiegendes Gerät, auf dem wiederum kleinere Instrumente sitzen. Es gibt auf dem Lander kleine Panoramakameras, eine Mikroskopkamera, und verschiedene Geräte zur direkten Untersuchung des Kometenmaterials. Ein Bohrer wird auch Proben aus den unter der Oberfläche liegenden Schichten des Kometen holen. Mehr dazu, wie bereits erwähnt, in einem zukünftigen Artikel.

Was muß noch getan werden?

Viel! Zwar zieht sich das Projekt schon ein paar Jahre hin. Die PIs haben im August 1995 ihre sogenannten Proposals an die ESA eingereicht, in denen sie beschreiben, wie ihr Instrument genau aussieht. Ich selber habe an dem Proposal für OSIRIS mitgewirkt und werde gerade zu diesem sehr wichtigen Instrument ☺ noch irgendwann mal einen eigenen Artikel schreiben. (Anm.d.Red.: Das war ein verbindliches Versprechen für zwei Artikel! Hehehe!) Seitdem wurde in den Instituten weiter entwickelt und studiert, je nach vorhandenem Finanzetat mehr oder weniger viel. Nach vielen politischen Wirren und Finanzierungsschwierigkeiten wurde die Auswahl der Instrumente von der ESA im Frühjahr 1997 offiziell abgeschlossen. Gerade in Deutschland kam dann erst ab Ende 1997 Geld in die Institute, so daß es jetzt eigentlich erst so richtig losgeht. Es werden Aufträge an die Industrie für das detaillierte Design von Mechanik, Optik und Elektronik vergeben, komplexe Einzelteile wie z.B. die CCDs oder die Filter für die Kameras bestellt, usw. Im nächsten Jahr wird man damit beginnen, Teile zusammenzuschrauben und die ersten Versuchsmodelle aufzubauen (die sogenannten *Breadboards*).

Auf der Seite der Raumsonde war gerade heute (19. Dezember 1997) hier bei der ESA das Ende des sogenannten *System Requirements Review*. Da wurden mit dem Hauptauftragnehmer Dornier

die gesamten „Requirements“ durchgegangen, das sind Dokumente, in denen die Anforderungen an die verschiedenen Komponenten des Systems definiert werden. Man weiß jetzt also genau was man will. Dornier hat verschiedene Systeme der Sonde weiter ausgeschrieben, z.B. geht die Avionik (dazu gehören unter anderem die ganzen Systeme zur Flugbahnregelung, also die Navigationskameras, Sternensensoren, die Elektronik dazu, etc.) zur Firma Matra Marconi in Frankreich. Zum Teil schreibt dieser Unterauftragnehmer wieder weiter aus, und man weiß noch nicht, wo nun zum Beispiel die Navigationskamera wirklich gebaut werden wird. Das hört sich kompliziert an, und das ist es auch! Der Grund liegt in dem sogenannten Mittelrückfluß der ESA: Jedes Mitgliedsland soll prozentual so viele Aufträge bekommen, wie es an Mitgliedsbeitrag an die ESA bezahlt - da kommen leider manchmal wüste Organigramme heraus.

Auch die Missionsplanung wird in den nächsten Monaten und Jahren weiter detailliert, eine der Aufgaben des Wissenschaftsteams bei der ESA.

Rosetta ist ein großes und ambitioniertes Projekt, leider auch sehr langfristig. Am Beginn der offiziellen Mission - am 13. März 2012 - werde ich meinen 50sten Geburtstag feiern... Bis dann also!

Für den Websurfer...

Wer Zugang zum Internet hat und sich für Rosetta interessiert, sollte sich folgende Adressen mal anschauen:

http://www.mpae.gwdg.de/mpae_projects/OSIRI/S/osiris.html ist die Webseite des Max-Planck-Instituts für Aeronomie für die wissenschaftliche Kamera OSIRIS. Die Bilder der Kamera sind noch relativ alt, ansonsten sind die Seiten auf dem Stand von Oktober 1997.

http://www.mpae.gwdg.de/mpae_projects/GIOT/TO/hmc/hmc.html gibt eine Zusammenfassung und Querverweise zu den Ergebnissen der Halley Multicolour Camera, die 1986 den Kern des Halley'schen Kometen beobachtete.

<http://www.estec.esa.nl/spdwww/rosetta/html/index.html> wird die Webseite der ESA zum Thema Rosetta. Noch ist dort außer spärlichen zwei Querverweisen nicht viel zu finden, hier wird sich aber in Zukunft noch einiges tun.



Tabelle 1: Eine Auflistung aller Experimente. Im Text ist näher erläutert, was die Hauptaufgabe der einzelnen Experimente ist.

Abkürzung	Ausführlicher Name	Hauptverantwortlicher (PI)	Beschreibung
ALICE	Eigenname	Alan Stern, Southwest Research Institute, USA	UV Spektrometer
MODULUS - Berenice	Methods Of Determining and Understanding Light Elements from Unequivocal Stable Isotope Composition	T. Pillinger, Open University, Open Keynes, England	Chemische Analyse von Gas (Isotopenzusammensetzung)
CONSERT	Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission	Wladek Kofman, Ecole Nat. Supérieure d'Ingenieurs, Frankreich	"Tomographie" vom Kometen
COSIMA	Cometary Secondary Ion Mass Analyser	Jochen Kissel, Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg	Chemische Analyse vom Staub
GIADA	Grain Impact Analyser and Dust Accumulator	E. Bussoletti, Istituto Universitario Navale, Napoli, Italien	Staubsammler
MIDAS	Micro-Imaging Dust Analysis System	Willi Riedler, Institut für Weltraumforschung, Graz, Österreich	"Atomic Force" Mikroskop
MIRO	Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter	Samuel Kulkis, JPL, Pasadena, USA	Mikrowellenantenne
OSIRIS	Optical, Spectrographic, and Infrared Imaging System	H. U. Keller, Max-Planck-Institut für Aeronomie, Katlenburg-Lindau	Kamera (nur im optischen, kein Infrarot mehr)
Rosetta Lander	Rosetta Lander...	Sog. Lead Scientists: Helmut Rosenbauer, Max-Planck-Institut für Aeronomie und Jean Pierre Bibring, Institute d'Astrophysique Spatiale, Paris	siehe die nächste (oder zumindest eine der folgenden) Ganymeds für Details
ROSINA	Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis	Hans Balsiger, Universität Bern, Schweiz	Chemische Analyse von Gas
RPC	Rosetta Plasma Consortium	wechselt, momentan K. Glaßmeier, TU Braunschweig	Plasmamessungen
RSI	Radio Science Investigations	Martin Pätzold, Universität Köln	Wertet Radiosignale aus
VIRTIS	Visual and infrared spectrometer	Angioletta Coradini, Istituto de Astrofisica Spaziale, CNR, Rom, Italien	Spektrometer im sichtbaren Licht und im Infraroten

von Bruno Wagner

Astroausflug der Sternwarte

von Michael Schmidhuber und Thomas Westphal

Auch dieses Jahr ist das Sternwartenteam des Max-Born-Gymnasiums zu Dr. Zschaus Hütte ins Stubachtal gefahren. Deshalb waren natürlich auch einige AVWMLer dabei.

Neben Herrn Hammer, dem Leiter der Sternwarte waren Schmid, Bruno und Thomas unter den Teilnehmern. Alle übrigen rekrutierten sich aus den Reihen des Führungsteams der Sternwarte.

Diesmal kamen wir auch richtig zum Beobachten, unter anderem mit unserem Vereinsdoppelfernrohr und der ST6-CCD-Kamera.

Zu Beginn (nach einem kleinen Schmaus)

besuchten wir ein kleines Museum über die Stromerzeugung der österreichischen Bergbahnen in der Talstation am Enzinger Boden. Anschließend gings ans Aufbauen auf der Mittelstation. Die meisten fuhren die Holperstrecke hinauf, aber ein paar Unbeugsame bestanden darauf, den Aufstieg zu Fuß in Angriff zu nehmen.

Aus den Erfahrungen des letzten Jahres wußten wir, daß ein warmer Unterstand hilft, die Durchhalte- bzw. Beobachtungszeit zu vervielfachen. Daher hatte Dr. Zschau wieder den Schlüssel für die Mittelstation besorgt. Mit dem dort vorhandenen Stromanschluß waren außerdem CCD-Aufnahmen möglich (siehe Bilder 2+3).

Auf dem Vorplatz der Station hat man über den Stausee einen halbwegs guten Blick nach Süden, sowie freie Sicht nach Osten und Westen. Im Norden versperrt das Stationsgebäude die Sicht.

An Beobachtungsgerät hatten wir neben diversen kleinen Feldstechern noch Brunos 4" Refraktor, Germars 6" Newton, unser Vereinsdoppelfernrohr (25x105) auf seiner neuen Halterung, den 12" Dobson von Andi Königsberger, sowie

die beiden vollautomatischen 10" Cassegrainmonster von Dr. Zschau dabei.

1. Nacht

Am neueren von Dr. Zschaus Geräten wurde die CCD-Kamera betrieben. Die weniger Verfrorenen konnten hier ihre Hände am Laptop kühlen, um den LCD-Bildschirm nicht einfrieren zu lassen. An den restlichen Geräten wurde fleißig visuell beobachtet.

Die Beobachtungsbedingungen waren bis auf einige dieser Abschnitte gewohnt gut. Wer zum ersten oder zweiten Mal dabei war kam natürlich aus dem Staunen nicht mehr heraus.

In München erkennt man Wolken halt daran, daß sie heller als der Himmel sind, in Bergen ist an dieser Stelle einfach ein schwarzes Sternenloch. Die Sicht war gut genug um auch mit dem Sechszöller exotische NGC Objekte finden zu können.

Nach und nach übermannte der Schlaf auch die zähesten Beobachter, die sich dann in die warme Station zum Schlafen zurückzogen.

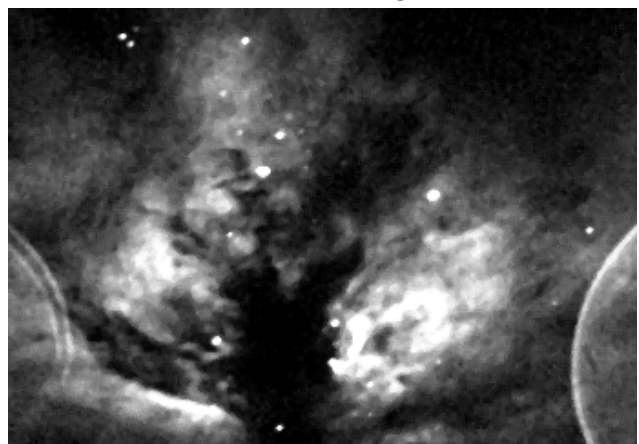


**Bild 2: Der Helixnebel, 7.10.97
50 Sekunden belichtet
bearbeitet (entrauscht und geschärft)**

Am Morgen packten wir die Geräte zusammen und fuhren nach unten, bis auf drei Verrückte, die vorher noch ein wenig laufen wollten.

Der Tag verlief wegen der durchwachten Nacht ziemlich verschlafen, selbst fürs Essen konnte sich niemand so recht begeistern. Bis wir gegen Abend zum Rudi gingen, wo das versäumte reichlich nachgeholt wurde.

2. Nacht

In dieser Nacht wurden wir nicht so um den Schlaf gebracht, da die Sichtbedingungen nicht so ideal waren.

Da die meisten der jüngeren Sternwartenleute noch nie Führungen veranstaltet hatten und sich mit Fernrohren nur wenig auskannten, nahm sich Schmidl in der zweiten Nacht vor, Christine und Nina einige der Grundlagen des Beobachtens beizubringen.

Kalte Nächte werden meist sehr schnell langweilig, wenn man kein eigenes Gerät hat und

einem die alten Hasen ein schwieriges Objekt nach dem anderen zeigen und man sich selbst nur wenig auskennt.

Auch mit der CCD-Kamera war nicht viel zu holen. Nach einem Objekt schlief Thomas fast in seinem Schlafsack ein und die Technik begann zu spinnen. Wenig später (Thomas war dann tatsächlich eingeschlafen) wurde abgebrochen.

Am Morgen wurde wieder alles zusammengeklaut und nach unten gefahren. Aber auch an

diesem Morgen gab es einige, die noch etwas wandern wollten und Dr. Zschau führte diese kleine Gruppe trotz seiner Lederhalbschuhe zum Gletschertor.

Nach dem Aufräumen und Gedichte schreiben sind wir dann alle ohne Zwischenfällen nach Hause gefahren.

Wir danken Dr. Zschau für die Einladung und freuen uns auf das nächste Jahr.

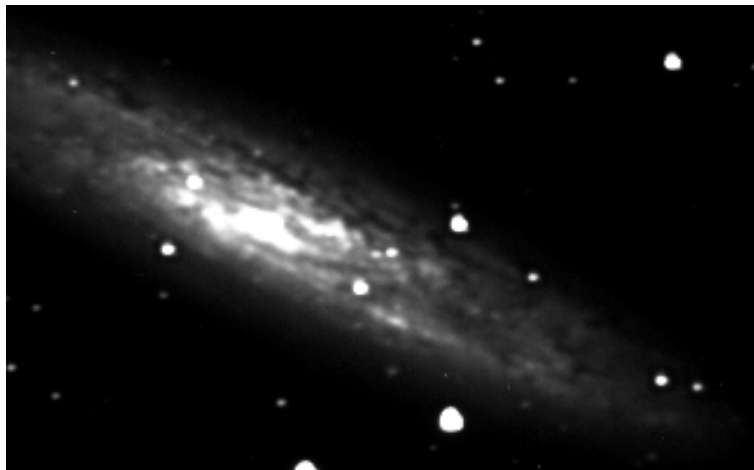
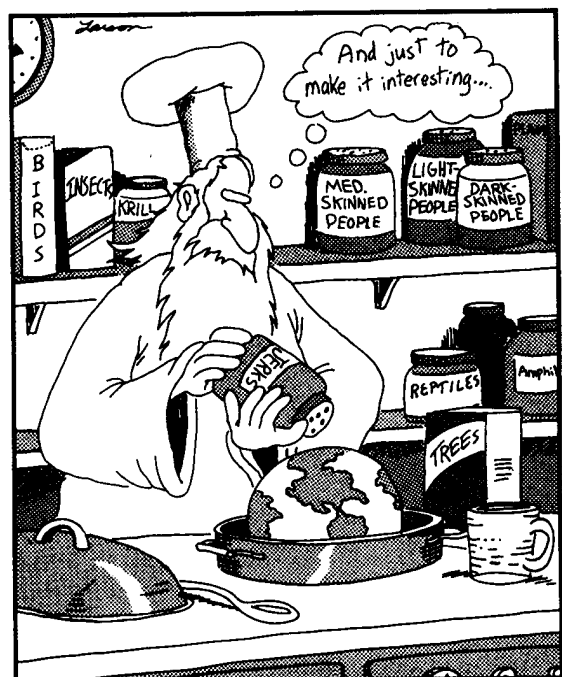


Bild 3: NGC 253, 7.10.97, 20x60 Sekunden belichtet, bearbeitet (geschärft)



Besuch der Volkssternwarte der VHS Buchloe

von Matthias Schneider

Zu Besuch bei unseren Nachbarn

Für Samstag, den 26.10.1997, hat Bruno einen Besuch der AVWM bei den Sternfreunden der Volkshochschule Buchloe organisiert. (Wer es nicht mehr weiß: das sind die mit dem großen Newton.)

Geplant war eine Besichtigung der Sternwarte der VHS außerhalb von Buchloe, ein gegenseitiges Vorstellen des Vereinslebens mittels Dias und einem gemütlichen Abendessen. Bei gutem Wetter sollte natürlich auch noch das große Newton-Teleskop ausprobiert werden.



Die Astrohütte der Buchloer mit Schiebedachkonstruktion und Tubus.

Wir trafen uns bei Bruno gegen 14 Uhr, um von dort gemeinsam nach Buchloe weiterzufahren, wo wir um 15 Uhr sein sollten. Wir, das waren Bruno, Daniel, Manfred und ich. Kurt stieß später dazu. Eine eilends angesetzte Telefonaktion einige Tage zuvor, weitere Teilnehmer zu mobilisieren, blieb also erfolglos.

Vor der VHS in Buchloe wurden wir bereits sehnlichst erwartet (...), so daß wir nach der herzlichen Begrüßung gleich zur Sternwarte weiter fuhren. Diese liegt etwas außerhalb von Buchloe auf einer Anhöhe, ca. einen Kilometer östlich der Bundesstraße 12. Die Sternwarte ist hauptsächlich von Feldern und Wiesen umgeben sowie nördlich und nordwestlich von Hecken und Wald. Die Sicht wird dadurch aber (noch) nicht behindert.

Von außen wirkt die Sternwarte mit ihrem Satteldach eher unscheinbar und erinnert mehr an einen Geräteschuppen. Das Satteldach kann jedoch auf Schienen leicht nach Norden weggeschoben werden und gibt so das Blickfeld für das große Newton-Teleskop frei: es hat eine freie Öffnung von 44 cm bei 203 cm Brennweite. Staunend versammelten wir uns darum und

ließen uns das Gerät von den zurecht etwas stolzen, Benutzern zeigen. Zu einem solchen Teleskop gehört natürlich auch das passende Zubehör: 2"-Okulare vom Feinsten, ein fest eingebauter Koma-Korrektor im Auszug, ein Sky-Commander, verschiedenste Himmels- und Mondatlanten... Wir kamen aus dem Staunen gar nicht wieder raus!

Die Montierung ist dem Gerät ebenfalls angemessen: auf einem separaten Betonfundament steht das Teleskop auf einer kurzen, dicken Säule. Natürlich kannte Bruno den Hersteller sowie die Vor- und Nachteile dieser Montierung.

Bruno hätte das Getriebe so gerne gesehen, worauf die Gastgeber für Bruno die Getriebeabdeckung entfernten. Beim anschließenden Fachsimpeln über Motoren und Getriebe konnte ich noch viel interessantes lernen. Aha, so sieht also eine Nachführung aus, die in der Germeringer Schulsternwarte sicher auch gute Dienste leisten würde.

Der Strombedarf der Sternwarte bei Beobachtung wird von einer Autobatterie gedeckt, für besondere Arbeiten steht noch ein kleiner Generator zur Verfügung.

Von so einer Sternwarte und deren Möglichkeiten kann man hier in der Nähe von München nur träumen.

Nach der Besichtigung der Sternwarte fuhren wir gemeinsam nach Buchloe zurück, wo Herbert Gubo anhand von Dias die Geschichte der Buchloer Sternfreunde sowie deren Hauptarbeitsgebiete vorstellte: Das Gebäude der Sternwarte wurde 1987 eröffnet, allerdings mit einem etwas kleineren Teleskop (114 mm). Der große Newton kam erst einige Jahre später dazu. Bevor die Sternwarte errichtet wurde, diente

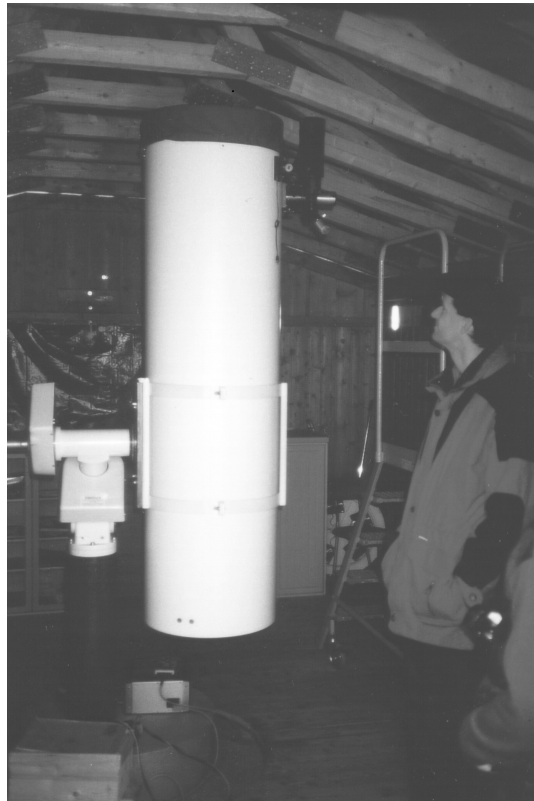
zeitweise ein Bauwagen als behelfsmäßige Unterkunft und Wärmequelle für kalte Beobachtungsnächte. Ein Schwerpunkt der Buchloer sind Deep-Sky-Aufnahmen in klassischer Fototechnik, zum Teil mit hypersensibilisierten Filmen und intensiver Dunkelkammerarbeit (Umkopieren, Maskieren, Abwedeln...). So entstanden die beeindruckenden Himmelsaufnahmen der Buchloer.

Nachdem Herbert einige Glanzpunkte ihrer Arbeit vorgestellt hatte, erzählten Bruno und Manfred etwas von der AVWM.

Da nach uns die Schachspieler der VHS Buchloe in den Saal wollten, blieb nur wenig Zeit, ausliegende Bilder und Jahrbücher anzusehen. Die Buchloer Sternenfreunde dokumentieren jedes Jahr in einem ausführlichen Jahrbuch ihre Arbeiten. So ein Buch hat typischerweise ca. 300 Seiten!

Da der Himmel inzwischen gleichmäßig bewölkt war, war leider keine Beobachtung am großen

Newton möglich. Aber es stand ja noch der gemütliche Teil des Besuchs bevor: Herbert hatte in einer Pizzeria einen Tisch reserviert.



Der große Newton mit Bruno als Maßstab.

Als Manfred mich fragte, was ich denn davon halten würde, mit „unserer“ CCD-Kamera an einem solchen Teleskop mit funktionierender Nachführung Aufnahmen zu machen, sagte ich ihm etwas zurückhaltend, ich hätte auch schon daran gedacht, mich aber nicht so recht getraut zu fragen. Aber Manfred sagte, er hätte schließlich auch mich gefragt. Unsere interessanten und interessierten Gastgeber boten uns darauf an, mit „unserer“ CCD-Kamera bei Gelegenheit an ihrem großen Newton Aufnahmen zu machen.

Der Abend ging mit einem gemütlichen Abendessen zu Ende. Dabei fand ich meinen positiven Eindruck

der Buchloer bestärkt. Beim Abschied konnten wir das Gefühl, freundliche Gleichgesinnte getroffen zu haben, sowie eine Einladung zu weiteren Kontakten, mit nach Hause nehmen.



Vereinsnachrichten

von der Redaktion

Quadrantidenbeobachtung

Erinnert Ihr euch an Robert? Ist für Euch -20°C auch schon warm? Wollt Ihr euch das auch mal geben?

Dann ist der 3. Januar '98 genau das Richtige für Euch!

An diesem Samstag könnt Ihr in Kleinsibirien (Windach) bei klarem Himmel von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang Kälte schnuppern.

Die Arbeitsgruppe Schnuppenspechteln lädt alle masochistischen Astronomen zum gemeinsamen frieren ein.

Die AVWM haftet nicht für Zahnschäden infolge von übermäßigem Zähneklappern und / oder exzessivem Schokoladengenuß.

Meldet Euch bei Bruno

Himmelsjahr zu verkaufen

Die AVWM hat ein kostenloses Exemplar des „Himmelsjahr 1998“ erhalten. Wer noch keines hat und es gegen eine Spende von 24,80 DM in die Vereinskasse möchte, wende sich an Manfred.

Weihnachtsfeier

Ein voller Erfolg war die diesjährige Weihnachtsfeier am 19. Dezember bei Bruno. Es kamen nämlich etwa 15 Mitglieder und damit mehr als bei der JHV. Bruno hatte zum Glück, nach längerem Suchen, genügend Stühle vorrätig, die auch alle in seinem Wohnzimmer Platz fanden. Kulinarische Höhepunkte des Abends waren unter anderem Claudias alkoholfreier Punsch sowie die hervorragenden Zimtsterne von Julia Pfeiffer.

Bei der Diashow zeigte Manfred seine frisch gerahmten Dias vom Teleskoptreffen in Kärnten. Die überragenden Sichtbedingungen, die während der zwei Nächte, die Manfred und Thomas beobachteten, herrschten, ermöglichten herrliche Himmelsaufnahmen. Aber auch die „Schafportraits“ kamen gut an.

Danach wurde die Runde allmählich kleiner, bis die letzten gegen zwei Uhr gingen, nachdem Bruno zweimal auf seiner Couch kurz eingenickt war. Nur Manfred übernachtete wegen des genossenen Alkohols bei Bruno.

Comics von Irmgard Schmidt

Irmgard hat der Redaktion einen ganzen Haufen Comics geschickt und sich auf der beiliegenden Karte fast entschuldigt, daß sie nur so einen Beitrag zur Ganymed leistet.

Irmgard, Du ersparst der Redaktion viele graue Haare, denn soo viele Comics, die sich auf Astronomie beziehen gibt es wirklich nicht. Mal abgesehen vom Vorwort ist die nervigste Aufgabe die Suche nach einem Titelbild und so ein Comic wie dieses mal kommt mehr als gelegen.

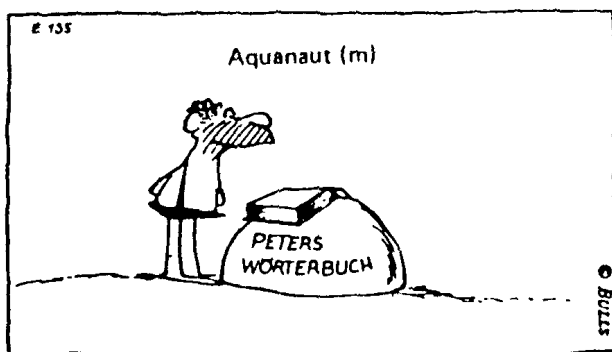
Außerdem sind es gerade viele kleine Beiträge, welche die Ganymed lesenswert machen, also ein herzliches Dankeschön von der Redaktion.

Buchloer sind jetzt e.V.

Am 2. November wurde in Buchloe die „Astronomische Gesellschaft Buchloe e.V.“ gegründet.

Weitere Informationen findet man unter:

<http://www.fh-augsburg.de/~jeschek/vsw.htm>



Jahresplanung der AVWM für die erste Jahreshälfte 1998

Januar mit Juni

Im folgendem Jahr warten folgende Vorträge bzw. Aktivitäten auf uns:

Tag	Datum	Zeit	Ereignis bzw. Thema	Moderator	Treffpunkt
Sa-So	03.-04.01.98		Quadrantiden / Schnuppenspechteln	Bruno	Bruno(anmelden)
Mi	07.01.98	19:30	Vom Mond bis Charon - Trabanten unseres Planetensystems	Schmidi	Manfred
Fr	23.01.98	20:00	Beobachtungsabend	---	Bruno
Mi	04.02.98	19:30	Tips & Tricks der Astrophotografie	Georg	Manfred
Fr	27.02.98	20:00	Beobachtung (Mond 4,1°w Mars)	---	Bruno
Mi	04.03.98	19:30	Joseph Fraunhofer	Otto	Manfred
Fr	27.03.98	20:00	Beobachtungsabend	---	Bruno
Mi	01.04.98	19:30	Entfernungsbestimmung mit sogenannten Standardkerzen	Thomas	Manfred
Fr	24.04.98	20:00	Beobachtungsabend	---	Bruno
Di	05.05.98		η-Aquariden / Schnuppenspechteln	Andi	MBG??
Mi	06.05.98	19:30	Radioastronomie - Nicht nur für Profis interessant	Kurt	Manfred
Fr	22.05.98	20:00	Jahreshauptversammlung	Bruno	Andi
Mi	03.06.98	19:30	Planungsabend, Arbeitsessen	Andi	Andi
Fr	19.06.98	20:00	Beobachtungsabend	---	Bruno

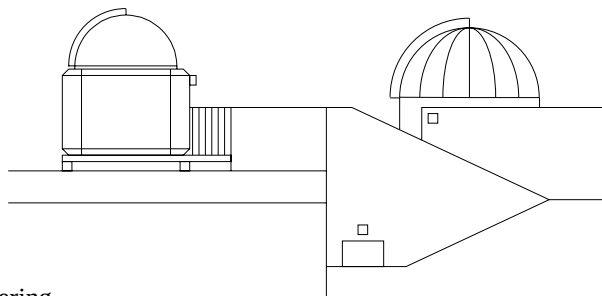
Die Adressen für die Veranstaltungen (falls nicht bekannt) bitte beim Vorstand erfragen (wir besitzen faxfähige Lagepläne)

Erscheint zur diesjährigen Jahreshauptversammlung bitte etwas zahlreicher (es gibt auch was zum Essen!) damit wir nicht wieder jemanden zum Beitritt nötigen müssen.

Für das Halbjahr Juli mit Dezember brauchen wir wie immer sechs Vorträge und auch die Frage unseres Vereinsausflugs muß wieder geklärt werden. Vorschläge und (un)freiwillige Meldungen bitte am Planungsabend.

Wer eine neue Arbeitsgruppe gründen möchte, wende sich bitte an den Vorstand.

Sternwarte Max-Born- Gymnasium



in Zusammenarbeit mit der Volkshochschule Unterpfaffenhofen-Germering

Johann-Sebastian-Bach-Straße 8, D - 82 110 Germering, Tel.: (089) 84 31 11, Fax: (089) 84 57 90
http://www.m.shuttle.de/ffb/max-born-gymn e-mail: hammer@max-born-gymn.ffb.by.schule.de

Öffentliche Beobachtungsabende Januar bis Dezember 1998

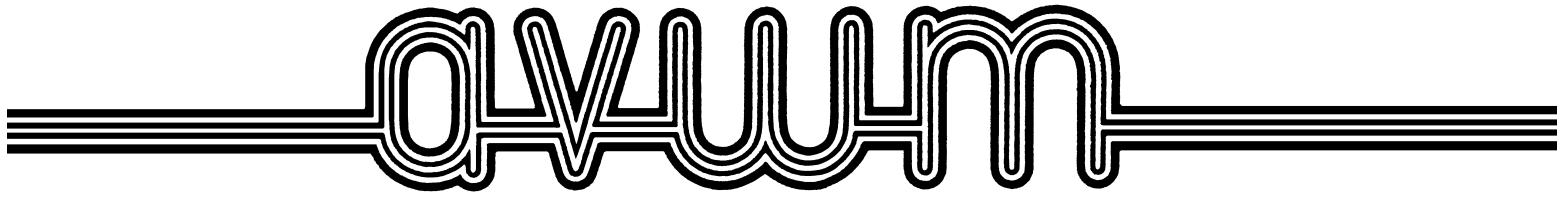
Termin	Vortragsthema
Sa 17.01.98 18.00-19.30	Astronomische Fragestunde
Sa 24.01.98 18.00-19.30	Sternbilder für Kinder
Sa 31.01.98 19.00-21.00	Gesucht: M42! Wie findet man am Himmel „besondere Objekte“? Tips eines erfahrenen Amateurs für Anfänger (<i>wenn möglich Ferngläser mitbringen!</i>)
Sa 07.02.98 19.00-21.00	Der europäische Weltraumbahnhof Kourou - Bericht von einem Aufenthalt in Französisch - Guayana
Sa 14.02.98 19.00-21.00	Spiralgalaxien - Strudel aus Sternen
Sa 28.02.98 19.00-21.00	Kometen - Ursprung und Wesen (mit Rückblick auf Shoemaker - Levy, Hyakutake und Hale-Bopp)
Sa 07.03.98 19.00-21.00	Ein Himmelsspaziergang für alle - Sterne und Planeten am Frühlingshimmel
Sa 21.03.98 19.00-21.00	Wann beginnt der Frühling? Ein Abend im Planetarium
Sa 28.03.98 19.00-21.00	Astronomische Zahlen - anschaulich gemacht
Sa 04.04.98 20.00-22.00	Astronomie in der Steinzeit
So 25.04.98 15.00-17.00	Der Stern von dem wir leben - Sonnenbeobachtung mit unseren Fernrohren
Sa 16.05.98 20.30-22.30	Gaia - der unbekannte Planet Erde
Sa 23.05.98 21.00-23.00	Entfernungsbestimmung im Weltall*)
Sa 20.06.98 21.00-23.00	Ein Himmelsspaziergang für alle (die Urlaubsvorbereitung!) - Sterne und Planeten am Sommerhimmel
Sa 04.07.98 21.00-23.00	E.T.-bitte melden ! Auf der Suche nach außerirdischen Intelligenzen
So 12.07.98 10.00-11.30	Führung durch die Abteilung Astronomie im Deutschen Museum (Anmeldung erforderlich bei R.Herbst Tel: 089 / 864 12 21)
Sa 26.09.98 20.00-22.00	Ein Himmelsspaziergang für alle - Sterne und Planeten am Herbsthimmel
Sa 03.10.98 20.00-22.00	Astronomie in der Kunst
Sa 10.10.98 20.00-22.00	Meilensteine der Astronomie in Vergangenheit und Gegenwart
Sa 24.10.98 20.00-22.00	Der Lebenslauf eines Sterns
Sa 14.11.98 19.00-21.00	Tränen des Himmels: Sternschnuppen in Strömen
Sa 21.11.98 19.00-22.00	Mars Global Surveyor – Mars aus der Nähe betrachtet
Sa 28.11.98 19.00-22.00	Wissenswertes über unseren Mond
Sa 12.12.98 19.00-22.00	Einblicke in die Planung und Durchführung eines Experiments im Weltraum
Sa 19.12.98 19.00-22.00	Der Stern von Bethlehem

Vorträge finden auch bei schlechtem Wetter statt und sind bis auf mit *) markierte ohne Vorkenntnisse verständlich.

Ein Vortrag beginnt 15 Minuten nach Öffnung und dauert höchstens 45 Minuten. Ist das Wetter danach gut genug, beobachten wir an den Geräten der Sternwarte. Wenn nicht, beenden wir den Abend mit einer Führung durch die Sternwarte.

Eintritt: Erwachsene: 3,00 DM
Ermäßigte: 1,00 DM

Schüler des MBG haben freien Eintritt



Warning: This Product Wraps
Space and Time in its Vicinity.