

Protokoll Astronomie

13.12.2017

PD Dr. Thorsten Nagel

Klara Luise & Max

Thema: Interplanetare Raumfahrt

Betrachtet wird die Raumsonde Juno, die die Erde am 5. August 2011 in Richtung des Jupiters verlassen hat. Sollte die Raumsonde weitere Gelder der NASA zugesprochen bekommen, wird sie den Planeten bis 2021 sondieren. Um unnötigen Raumschrott zu vermeiden, ist daran anschließend eine direkte Kollision mit dem Jupiter geplant, was gleichzeitig die Erforschung tieferer Schichten des Jupiters möglich macht.

Das Kepler-Teleskop (Suche nach Exoplaneten) verfügt über vier sogenannte Gyroskope (Kreisel) zur Lagesteuerung, von denen drei für die Ausrichtung des Teleskops erforderlich sind und eine als Ersatz fungiert. Nachdem jedoch nicht nur eine, sondern zwei dieser Gyroskope nicht mehr funktionierten, war Kreativität gefragt – mithilfe des Druckes durch den Aufprall der Teilchen aus dem Sonnenwind konnte das Teleskop neu ausgerichtet werden. Problematischer wird es bei einem Funkverlust!

Die Farben des Jupiters sind durch seine unterschiedlichen Gaszusammensetzungen zu erklären. Je nachdem, welche chemischen Elemente vorliegen, wird das eintreffende Licht unterschiedlich reflektiert. Seine Wolkenbänder verlaufen durch Effekte symmetrisch, die wir auf der Erde in ähnlicher Form als Passatwinden erfahren. Extreme Ausprägungen werden dabei durch die großen Bahngeschwindigkeiten erreicht: Trotz seiner im Vergleich zur Erde enormen Größe, benötigt Jupiter für eine komplette Eigendrehung (Jupitertag) lediglich 10 Stunden.

Doch zurück zum Weltraumschrott – dieses Problem besteht hauptsächlich im Erdorbit. Dabei gibt es neben zahlreichen Kommunikations- und Spionagesatelliten auch anderen Schrott, denen (noch funktionstüchtige) Telesko-

pe und Satelliten ausweichen müssen. Sobald aber ein technisches Gerät außerhalb dieses Raumes beschädigt und außer Betrieb gesetzt wird, muss es beseitigt werden: Durch die Übertragungsverzögerung (beim Mars etwa 20 Minuten) gestaltet sich das Ausweichen der funktionstüchtigen Techniken in diesem Bereich nämlich als sehr schwierig. Die bislang einzige Lösung: Ein gezielter Absturz auf planetaren Boden.

Oft sind mehrere Sonden gleichzeitig unterwegs, um die Funkübertragung untereinander schneller zu generieren. Sendersonde A schickt dabei ihre Aufnahmen an Empfängersonde B. Diese schickt die von A übertragenen Daten zurück zur Erde. So können die direkt vor ihrer Zerstörung aufgenommenen Daten der Juno auf der Erde größtenteils noch empfangen werden.

Abhängig von ihrer Position werden die von der Sonde Juno aufgezeichneten Daten mit einer Rate von 18 bis 35 kbit/s auf der Erde empfangen.

Zu den Spionagesatelliten: Einige Nationen haben (insbesondere in Zeiten des kalten Krieges) Spionagesatelliten ins All geschickt. So sind zahlreiche Raketenstarts der Amerikaner nicht der Raumforschung, sondern der Air Force „Forschung“ zuzuschreiben. Diese fliegen tief, haben ausgesprochen große Spiegel und hervorragende Teleskope und Kameras – angeblich ist es sogar möglich, mit ihren Aufnahmen Nummernschilder zu entziffern. Offizielle Angaben gibt es dazu natürlich nicht.

Die Möglichkeit, dass irdische Bakterien auf den Mars verschleppt werden, könnte die Grundlage eines Lebens auf dem Mars zerstören – oder aber uns zerstören. Um dem entgegenzuwirken, versuchen die Forscher zum Teil, irdische Bakterien durch Bestrahlung abzutöten.

Die Sonde New Horizons hat vor Kurzem den Pluto passiert und wird Ende nächsten Jahres ein Objekt am Kuipergürtel erreichen. Probleme sind dabei weniger die Funkübertragung als vielmehr die Energieversorgung der Son-

de, da die Strecken, die sie zurücklegen muss, sehr viel Zeit in Anspruch nehmen.

#### Zu Ariane V

Das im Beispiel gezeigte James Webb Teleskop wird im Weltall entfaltet. Ingenieure testen die technischen Mechanismen gegen den Luftdruck, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass diese auch im All funktionieren. Auch Menschen könnten mit der Rakete ins All befördert werden.

„Nachhelfen“ bei der Entfaltung oder Reparatur der Raketen ist bislang Astronautensache – außerhalb des Orbits sind Eingriffe kaum noch möglich.

Das Gesamtgewicht von Raketen variiert ebenso wie ihre Nutzlast (die Saturn V war die Mond-Rakete):

Name	Max. Nutzlast	Startgewicht	Einsatzzeit
Saturn I	10 t	512 t	1961 – 1965
Saturn IB	18 t	588 t	1966 – 1975
Saturn V	133 t	2.934,8 t	1967 - 1973

Quelle: Wikipedia

Voyager 1+2 fliegen mit 20.000 km/h – 30.000 km/h, die, einmal beschleunigt, nicht mehr gebremst werden.

Sonden müssen regelmäßig ausgerichtet werden, damit sie den Funkkontakt mit der Erde aufnehmen und halten können. Die Effektivität der Düsen, die diese Ausrichtungen ausführen, lässt im Laufe der Jahre nach. Die einzige Lösung für die Voyager sind ihre mittlerweile 37 Jahre alte Hilfsdüsen, die für ihre Startphase entscheidend waren. Deshalb wurden Forscher, die in den 70ern an diesem Forschungsprojekt beteiligt waren, befragt, wie die Voyager programmiert sind, welche Technik sich noch an Bord befindet und

ob das Einsetzen dieser Hilfsdüsen eine Option ist – der Versuch ist geglückt!

Das Gerücht, dass die goldenen Platten, die die Voyager transportieren, ins All hinausgesprengt werden, sobald diese nicht mehr funktionstüchtig sind, wird von offiziellen Seiten nicht bestätigt.

Die Planeten auf dem Pale Blue Dot Bild werden aufgrund ihrer großen Entfernung nur mit einer Kontrastverstärkung erkennbar. Zum Aufnahmezeitpunkt befanden sich die Venus und die Erde im Streulicht der Sonne, was zu den seltsamen, farbigen Streifen auf dem Bild führt.

Im 20. Jahrhundert wurden Raketen, Teleskope und Satelliten gebaut, die deutlich weniger komplexe Techniken an Bord hatten. Der Voyager wird dadurch heute als wesentlich robuster wahrgenommen als die heute gebauten Sonden.

Für den interstellaren Raum sind derzeit keine neuen Sonden geplant – lediglich die New Horizons fliegt in diese Richtung.

Die Voyager senden derzeit mit 28 Watt. Das Signal kommt mit  $10^{-18}$  Watt auf der Erde an, was bedeutet, dass wir in etwa 5 bis 10 Jahren den Funkkontakt zu den Voyagern verlieren werden. Problematisch bei der Beschaffung von Energie ist vor allem die weite Entfernung zur Sonne, die vom Standpunkt der Voyager aus betrachtet nicht größer als ein heller Punkt sein müsste (etwa wie ein Stern von der Erde aus). Für eine solare Energiegewinnung stünde demnach kaum Licht zur Verfügung.

Uran und Plutonium können heute (leider) nicht mehr unbedenklich ins All geschickt werden – falls ein Raketenstart missglückt, könnten diese Stoffe die Erde verstrahlen und dadurch lokal fatale Schäden anrichten. Das geringe Risiko reicht nach Meinung mancher Kritiker aus, um die Radio-Nuklid-Batterie auf der Erde zu lassen. Und nur auf der Erde. Dennoch werden sie auch weiterhin eingesetzt.

Der 900kg schwere Marsroboter Curiosity hat unter anderem ein CheMin-Spektrometer an Bord, um Mineralien mit Röntgenstrahlen zu identifizieren. Weiterhin verfügt er über einen zwei Meter langen Roboterarm, der ein Bohrsystem, eine Baggerschaufel, eine Bürste und ein Sieb mit verschiedenen Auffangbehältern zur Marsforschung bereithält – aber auch zur Aufnahme von Selfies verwendet wird.

Weitere Informationen gibt's hier:

Mars:

<http://www.mex10.dlr.de/>

Die Twitterseite von Curiosity, dem grossen Marsrover:

<https://twitter.com/marscuriosity?lang=de>

Spirit bei xkcd (für 3 Monate konzipiert und 6 Jahre aktiv):

<https://xkcd.com/695/>

Opportunity-Twitter (seit 14 Jahren auf dem Mars unterwegs, bisher 44 km zurückgelegt bei einer Höchstgeschwindigkeit von 5 cm/s)

<https://twitter.com/marsrovers?lang=de>

Voyager-Sonden:

<https://voyager.jpl.nasa.gov/>

Notiz an Thorsten:

Wie groß ist „r“ in der Formel für die Fluchtgeschwindigkeit?

r ist der Abstand des Objektes zum Massenzentrum. Wenn wir von der Erdoberfläche aus starten, also der Radius der Erde. Wenn wir uns auf der Erdumlaufbahn aber nicht auf der Erde befinden und der Anziehungskraft der Sonne entkommen wollen um das Sonnensystem zu verlassen, ist r unser Abstand zur Sonne.